This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

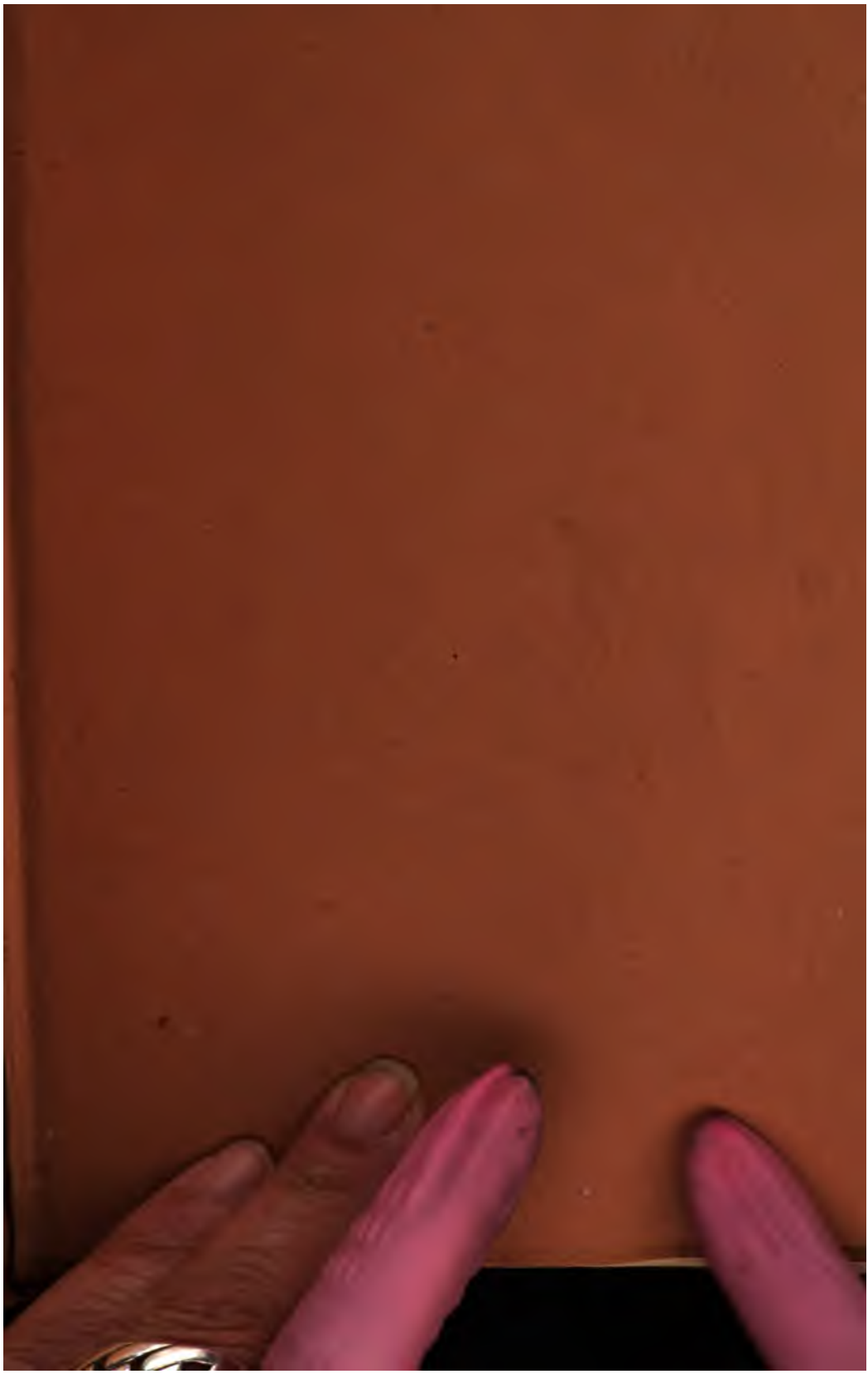
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

600020026G
PRESS E. 112.
SHELF G.
No 19.
1891 d. 73.



Ernst Haeckel.
1874.

Natürliche Schöpfungsgeſchichte.

Gemeinverſtändliche wiſſenſchaftliche Vorträge über die

Entwickelungslehre

im Allgemeinen und diejenige von

Darwin, Goethe und Lamarck

im Beſonderen.

Von

Dr. Ernſt Haeckel

Profeſſor an der Univerſität Jena.

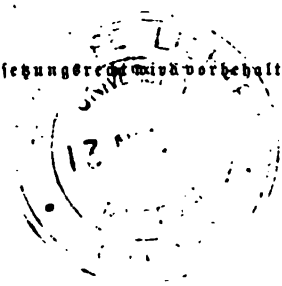
Fünfte verbeſſerte Auflage.

Mit dem Porträt des Verfaſſers
(nach einer Photographie)

und mit 16 Tafeln, 19 Holzſchnitten, 18 Stammbäumen und
19 ſyſtematiſchen Tabellen.

Berlin, 1874.
Verlag von Georg Reimer.

Das Ueberſetzungsrecht wird vorbehalten.



Allgemeines Inhaltsverzeichniß.

Erſter Abſchnitt: Hiſtoriſcher Theil.

(I.—VI. Vortrag.)

Geſchichte der Entwickelungslehre.

		Seite
I. Vortrag.	Inhalt und Bedeutung der Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie	1
II. Vortrag.	Wiſſenſchaftliche Berechtigung der Deſcendenztheorie. Schöpfungsgeſchichte nach Linné	22
III. Vortrag.	Schöpfungsgeſchichte nach Cuvier und Agaſſiz	43
IV. Vortrag.	Entwickelungstheorie von Goethe und Oken	65
V. Vortrag.	Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck	89
VI. Vortrag.	Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin	111

Zweiter Abſchnitt: Darwiniſtiſcher Theil.

(VII.—XI. Vortrag.)

Der Darwinismus oder die Selectionstheorie.

VII. Vortrag.	Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.)	133
VIII. Vortrag.	Vererbung und Fortpflanzung	157
IX. Vortrag.	Vererbungsgeſetze. Anpaſſung und Ernährung	182
X. Vortrag.	Anpaſſungsgeſetze	203
XI. Vortrag.	Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt	225

Dritter Abſchnitt: Kosmogenetiſcher Theil.

(XII—XV. Vortrag.)

Grundzüge und Grundgeſetze der Entwickelungslehre.

Seite

XII. Vortrag. Entwickelungsgeſetze der organiſchen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie 250

XIII. Vortrag. Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenſtofftheorie. Plaſtidentheorie 281

XIV. Vortrag. Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde 311

XV. Vortrag. Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden 333

Vierter Abſchnitt: Phylogenetiſcher Theil.

(XVI—XXI. Vortrag.)

Die Phylogenie oder Stammesgeſchichte der Organismen.

XVI. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Protiſtenreichs . . . 364

XVII. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Pflanzenreichs . . . 400

XVIII. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
I. Urthiere, Pflanzenthiere, Wurmthiere 435

XIX. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere 468

XX. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
III. Wirbelthiere 502

XXI. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
IV. Säugethiere 536

Fünfter Abſchnitt: Anthropogenetiſcher Theil.

(XXII—XXIV. Vortrag.)

Die Anwendung der Entwickelungslehre auf den Menſchen.

XXII. Vortrag. Urſprung und Stammbaum des Menſchen 564

XXIII. Vortrag. Wanderung und Verbreitung des Menſchengeſchlechts. Menſchenarten und Menſchenraſſen 593

XXIV. Vortrag. Einwände gegen und Beweiſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie 627

Beſonderes Inhaltsverzeichniß.

Seite

Vorwort zur erſten Auflage XVII

Vorwort zur dritten Auflage XXI

Nachwort zum Vorwort der dritten Auflage XXXII

Vorwort zur vierten Auflage XXXV

Die Natur (Goethe, 1780) XLV

Erſter Vortrag.

Inhalt und Bedeutung der Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie 1

Allgemeine Bedeutung und weſentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie. Beſondere Bedeutung derſelben für die Biologie (Zoologie und Botanik). Beſondere Bedeutung derſelben für die natürliche Entwickelungsgeſchichte des Menſchengeſchlechts. Die Abſtammungslehre als natürliche Schöpfungsgeſchichte. Begriff der Schöpfung. Wiſſen und Glauben. Schöpfungsgeſchichte und Entwickelungsgeſchichte. Zuſammenhang der individuellen und paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte. Unzweckmäßigkeitslehre oder Wiſſenſchaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüſſige Einrichtungen im Organismus. Gegenſatz der beiden grundverſchiedenen Weltanſchauungen, der moniſtiſchen (mechaniſchen, cauſalen) und der dualiſtiſchen (teleologiſchen, vitalen). Begründung der erſteren durch die Abſtammungslehre. Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur, und Gleichheit der wirkenden Urſachen in Beiden. Bedeutung der Abſtammungslehre für die einheitliche (moniſtiſche) Auffaſſung der ganzen Natur.

Zweiter Vortrag.

Wiſſenſchaftliche Berechtigung der Deſcendenztheorie. Schöpfungsgeſchichte nach Linné 22

Die Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie als die einheitliche Er-

Seite

klärung der organiſchen Naturerſcheinungen durch natürlich wirkende Urſachen. Vergleichung derſelben mit Newton's Gravitationstheorie. Grenzen der wiſſenſchaftlichen Erklärung und der menſchlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß urſprünglich durch ſinnliche Erfahrung bedingt, apoſteriori. Uebergang der apoſteriori ſchen Erkenntniſſe durch Vererbung in aprioriſche Erkenntniſſe. Gegenſatz der übernatürlichen Schöpfungshypotheſen von Linné, Cuvier, Agaſſiz, und der natürlichen Entwickelungstheorien von Lamarck, Goethe, Darwin. Zuſammenhang der erſteren mit der moniſtiſchen (mechaniſchen), der letzteren mit der dualiſtiſchen (teleologiſchen) Weltanſchauung. Monismus und Materialismus. Wiſſenſchaftlicher und ſittlicher Materialismus. Schöpfungsgeſchichte des Moſes. Linné als Begründer der ſyſtematiſchen Naturbeſchreibung und Artunterſcheidung. Linné's Klaſſifikation und binäre Nomenclatur. Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeſchichte. Linné's Anſicht von der Entſtehung der Arten.

Dritter Vortrag.

Schöpfungsgeſchichte nach Cuvier und Agaſſiz 43

Allgemeine theoretiſche Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterſchied in der theoretiſchen und praktiſchen Beſtimmung des Artbegriffs. Cuvier's Definition der Species. Cuvier's Verdienſte als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterſcheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Bär. Cuvier's Verdienſte um die Paläontologie. Seine Hypotheſe von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieſelben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Urſachen dieſer Revolutionen und der darauf folgenden Neuſchöpfungen. Teleologiſches Naturſyſtem von Agaſſiz. Seine Vorſtellungen vom Schöpfungsplane und deſſen ſechs Kategorien (Gruppenſtufen des Syſtems). Agaſſiz' Anſichten von der Erſchaffung der Species. Grobe Vermenſchlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypotheſe von Agaſſiz. Innere Unhaltbarkeit derſelben und Widerſprüche mit den von Agaſſiz entdeckten wichtigen paläontologiſchen Geſetzen.

Vierter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Goethe und Oken 66

Wiſſenſchaftliche Unzulänglichkeit aller Vorſtellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengeſetzten Entwickelungstheo-

Seite

rien. Geschichtlicher Ueberblick über die wichtigsten Entwickelungstheorien. Aristoteles. Seine Lehre von der Urzeugung. Die Bedeutung der Naturphilosophie. Goethe. Seine Verdienste als Naturforscher. Seine Metamorphose der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen. Goethe's Theilnahme an dem Streite zwischen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethe's Entdeckung der beiden organischen Bildungstriebe, des konservativen Specifikationstriebes (der Vererbung) und des progressiven Umbildungstriebes (der Anpassung). Goethe's Ansicht von der gemeinsamen Abstammung aller Wirbelthiere mit Inbegriff des Menschen. Entwickelungstheorie von Gottfried Reinhold Treviranus. Seine monistische Naturauffassung. Oken. Seine Naturphilosophie. Oken's Vorstellung vom Urschleim (Protoplasmatheorie). Oken's Vorstellung von den Infusorien (Zellentheorie). Oken's Entwickelungstheorie.

Fünfter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck 89

Kant's dualistische Biologie. Seine Ansicht von der Entstehung der Anorgane durch mechanische, der Organismen durch zweckthätige Ursachen. Widerspruch dieser Ansicht mit seiner Hinneigung zur Abstammungslehre. Kant's genealogische Entwickelungstheorie. Beschränkung derselben durch seine Teleologie. Vergleichung der genealogischen Biologie mit der vergleichenden Sprachforschung. Ansichten zu Gunsten der Descendenztheorie von Leopold Buch, Bär, Schleiden, Unger, Schaafhausen, Victor Carus, Büchner. Die französische Naturphilosophie. Lamarck's Philosophie zoologique. Lamarck's monistisches (mechanisches) Natursystem. Seine Ansichten von der Wechselwirkung der beiden organischen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpassung. Lamarck's Ansicht von der Entwickelung des Menschengeschlechts aus affenartigen Säugethieren. Vertheidigung der Descendenztheorie durch Geoffroy S. Hilaire, Naudin und Lecoq. Die englische Naturphilosophie. Ansichten zu Gunsten der Descendenztheorie von Erasmus Darwin, Grant, Herbert Spencer, Hooker, Huxley. Doppeltes Verdienst von Charles Darwin.

Sechster Vortrag.

Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin 111

Charles Lyell's Grundsätze der Geologie. Seine natürliche Entwickelungsgeschichte der Erde. Entstehung der größten Wirkungen durch Sum-

Seite

mirung der kleinſten Urſachen. Unbegrenzte Länge der geologiſchen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvier'ſchen Schöpfungsgeſchichte. Begründung des ununterbrochenen Zuſammenhangs der geſchichtlichen Entwickelung durch Lyell und Darwin. Biographiſche Notizen über Charles Darwin. Seine wiſſenſchaftlichen Werke. Seine Korallenrifftheorie. Entwickelung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's Studium der Hausthiere und Kulturpflanzen. Andreas Wagner's Anſicht von der beſonderen Schöpfung der Kulturorganismen für den Menſchen. Der Baum des Erkenntniſſes im Paradies. Vergleichung der wilden und der Kulturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben. Bedeutung der Taubenzucht. Gemeinſame Abſtammung aller Taubenraſſen.

Siebenter Vortrag.

Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.) 133

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Deſcendenztheorie). Der Vorgang der künſtlichen Züchtung: Ausleſe (Selection) der verſchiedenen Einzelweſen zur Nachzucht. Die wirkenden Urſachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zuſammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zuſammenhängend. Mechaniſche Natur dieſer beiden phyſiologiſchen Functionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Ausleſe (Selection) durch den Kampf um's Daſein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (actuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Exiſtenz, oder Mitbewerbung um die Erlangung der nothwendigen Lebensbedürfniſſe. Umbildende und züchtende Kraft dieſes Kampfes um's Daſein. Vergleichung der natürlichen und der künſtlichen Züchtung. Zuchtwahl im Menſchenleben. Militäriſche und mediciniſche Züchtung.

Achter Vortrag.

Vererbung und Fortpflanzung 157

Allgemeinheit der Erblichkeit und der Vererbung. Auffallende beſondere Aeußerungen derſelben. Menſchen mit vier, ſechs oder ſieben Fingern und Zehen. Stachelſchweinmenſchen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von

Seite

Geiſteskrankheiten. Erbſünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche Talente und Seeleneigenſchaften. Materielle Urſachen der Vererbung. Zuſammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeſchlechtliche oder monogene Fortpflanzung. Fortpflanzung durch Selbſttheilung. Moneren und Amoeben. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geſchlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geſchlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogeneſis. Materielle Uebertragung der Eigenſchaften beider Eltern auf das Kind bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung. Unterſchied der Vererbung bei der geſchlechtlichen und bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung.

Neunter Vortrag.

Vererbungsgeſetze. Anpaſſung und Ernährung 182

Unterſcheidung der erhaltenden und fortſchreitenden Vererbung. Geſetze der erhaltenden und conſervativen Erblichkeit: Vererbung ererbter Charaktere. Ununterbrochene oder continuirliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechſel. Rückſchlag. Verwilderung. Geſchlechtliche oder ſexuelle Vererbung. Sekundäre Sexualcharaktere. Gemiſchte oder amphigone Vererbung. Baſtardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Geſetze der fortſchreitenden oder progreſſiven Erblichkeit: Vererbung erworbener Charaktere. Angepaßte oder erworbene Vererbung. Befeſtigte oder conſtituirte Vererbung. Gleichzeitliche oder homochrone Vererbung. Gleichörtliche oder homotope Vererbung. Anpaſſung und Veränderlichkeit. Zuſammenhang der Anpaſſung und der Ernährung. Unterſcheidung der indirekten und direkten Anpaſſung.

Zehnter Vortrag.

Anpaſſungsgeſetze 203

Geſetze der indirekten oder potentiellen Anpaſſung. Individuelle Anpaſſung. Monſtröſe oder ſprungweiſe Anpaſſung. Geſchlechtliche oder ſexuelle Anpaſſung. Geſetze der direkten oder actuellen Anpaſſung. Allgemeine oder univerſelle Anpaſſung. Gehäufte oder kumulative Anpaſſung. Gehäufte Einwirkung der äußeren Exiſtenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Uebung und Gewohnheit. Wechſelbezügliche oder correlative Anpaſſung. Wech-

Seite

ſelbeziehungen der Entwickelung. Correlation der Organe. Erklärung der indirekten oder potentiellen Anpaſſung durch die Correlation der Geſchlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpaſſung. Unbeſchränkte oder unendliche Anpaſſung.

Elfter Vortrag.

Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt 225

Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpaſſung. Natürliche und künſtliche Züchtung. Kampf um's Daſein oder Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (actuellen) Individuen. Verwickelte Wechſelbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweiſe der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Urſache der ſympathiſchen Färbungen. Geſchlechtliche Zuchtwahl als Urſache der ſekundären Sexualcharaktere. Geſetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Baſtardzeugung. Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung (Progreſſus, Teleoſis).

Zwölfter Vortrag.

Entwickelungsgeſetze der organiſchen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie 250

Entwickelungsgeſetze der Menſchheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechaniſche Urſache dieſer beiden Grundgeſetze. Fortſchritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortſchritt. Entſtehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogeneſis oder individuelle Entwickelung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derſelben. Ontogenie oder individuelle Entwickelungsgeſchichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menſchen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwickelungsgeſchichte des Centralnervenſyſtems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbelthieren. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Ontogeneſis und Phylogeneſis, der individuellen und der Stammesentwickelung. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Phylogeneſis und der ſyſtematiſchen Entwickelung. Parallelismus der drei organiſchen Entwickelungsreihen.

Dreizehnter Vortrag.

Seite

Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie . . . 281

Entwickelungsgeschichte der Erde. Kant's Entwickelungstheorie des Weltalls oder die kosmologische Gastheorie. Entwickelung der Sonnen, Planeten und Monde. Erste Entstehung des Wassers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organische und anorganische Stoffe. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände. Eiweißartige Kohlenstoffverbindungen. Organische und anorganische Formen. Krystalle und strukturlose Organismen ohne Organe. Stereometrische Grundformen der Krystalle und der Organismen. Organische und anorganische Kräfte. Lebenskraft. Wachsthum und Anpassung bei Krystallen und bei Organismen. Bildungstriebe der Krystalle. Einheit der organischen und anorganischen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entstehung der Moneren durch Urzeugung. Entstehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plastidentheorie. Plastiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verschiedene Arten von Plastiden.

Vierzehnter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde 311

Chorologische Thatsachen und Ursachen. Einmalige Entstehung der meisten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte". Ausbreitung durch Wanderung. Aktive und passive Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Transportmittel. Transport der Keime durch Wasser und Wind. Beständige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Chorologische Bedeutung der geologischen Vorgänge. Einfluß des Klima-Wechsels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entstehung neuer Arten. Isolirung der Kolonisten. Wagner's „Migrationsgesetz". Verhältniß der Migrationstheorie zur Selectionstheorie. Uebereinstimmung ihrer Folgerungen mit der Descendenztheorie.

Fünfzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden 333

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die

Seite

ſelbeziehungen der Entwickelung. Correlation der Organe. Erklärung der indirekten oder potentiellen Anpaſſung durch die Correlation der Geſchlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpaſſung. Unbeſchränkte oder unendliche Anpaſſung.

Elfter Vortrag.

Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt 225

Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpaſſung. Natürliche und künſtliche Züchtung. Kampf um's Daſein oder Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (actuellen) Individuen. Verwickelte Wechſelbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweiſe der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Urſache der ſympathiſchen Färbungen. Geſchlechtliche Zuchtwahl als Urſache der ſekundären Sexualcharaktere. Geſetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Baſtardzeugung. Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung (Progreſſus, Teleoſis).

Zwölfter Vortrag.

Entwickelungsgeſetze der organiſchen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie 250

Entwickelungsgeſetze der Menſchheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechaniſche Urſache dieſer beiden Grundgeſetze. Fortſchritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortſchritt. Entſtehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogeneſis oder individuelle Entwickelung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derſelben. Ontogenie oder individuelle Entwickelungsgeſchichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menſchen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwickelungsgeſchichte des Centralnervenſyſtems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbelthieren. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Ontogeneſis und Phylogeneſis, der individuellen und der Stammesentwickelung. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Phylogeneſis und der ſyſtematiſchen Entwickelung. Parallelismus der drei organiſchen Entwickelungsreihen.

Dreizehnter Vortrag.

Seite

Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenſtofftheorie. Plaſtidentheorie . . . 281

Entwickelungsgeſchichte der Erde. Kant's Entwickelungstheorie des Weltalls oder die kosmologiſche Gastheorie. Entwickelung der Sonnen, Planeten und Monde. Erſte Entſtehung des Waſſers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organiſche und anorganiſche Stoffe. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzuſtände. Eiweißartige Kohlenſtoffverbindungen. Organiſche und anorganiſche Formen. Kryſtalle und ſtrukturloſe Organismen ohne Organe. Stereometriſche Grundformen der Kryſtalle und der Organismen. Organiſche und anorganiſche Kräfte. Lebenskraft. Wachsthum und Anpaſſung bei Kryſtallen und bei Organismen. Bildungstriebe der Kryſtalle. Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entſtehung der Moneren durch Urzeugung. Entſtehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plaſtidentheorie. Plaſtiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verſchiedene Arten von Plaſtiden.

Vierzehnter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde 311

Chorologiſche Thatſachen und Urſachen. Einmalige Entſtehung der meiſten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte". Ausbreitung durch Wanderung. Aktive und paſſive Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Transportmittel. Transport der Keime durch Waſſer und Wind. Beſtändige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Chorologiſche Bedeutung der geologiſchen Vorgänge. Einfluß des Klima-Wechſels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entſtehung neuer Arten. Iſolirung der Koloniſten. Wagner's „Migrationsgeſetz". Verhältniß der Migrationstheorie zur Selectionstheorie. Uebereinſtimmung ihrer Folgerungen mit der Deſcendenztheorie.

Fünfzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden 333

Reform der Syſtematik durch die Deſcendenztheorie. Das natürliche Syſtem als Stammbaum. Paläontologiſche Urkunden des Stammbaumes. Die

Seite

Verſteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptuniſchen Schichten und Einfluß der organiſchen Reſte. Eintheilung der organiſchen Erdgeſchichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tangwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Kulturwälder. Syſtem der neptuniſchen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verfloſſenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphiſcher Zuſtand der älteſten neptuniſchen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologiſchen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der verſteinerungsfähigen Organismen und organiſchen Körpertheile. Seltenheit vieler verſteinerten Arten. Mangel foſſiler Zwiſchenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Sechszehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Protiſtenreichs 364

Specielle Durchführung der Deſcendenztheorie in dem natürlichen Syſtem der Organismen. Konſtruktion der Stammbäume. Abſtammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abſtammung der Zellen von Moneren. Begriff der organiſchen Stämme und Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletiſche und vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe. Das Reich der Protiſten oder Urweſen. Acht Klaſſen des Protiſtenreichs. Moneren. Amoeboiden oder Protoplaſten. Geißelſchwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Katallakten. Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen. Kieſelzellen oder Diatomeen. Schleimpilze oder Myxomyceten. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeſchichte der Protiſten: Ihre Lebenserſcheinungen, chemiſche Zuſammenſetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protiſtenreichs.

Siebenzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Pflanzenreichs 400

Das natürliche Syſtem des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in ſechs Hauptklaſſen und neunzehn Klaſſen. Unterreich der Blumenloſen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thalluspflanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange, Moostange). Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothallus-

Seite

pflanzen. Moſe oder Muscinen (Lebermoſe, Laubmoſe). Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schaftfarne, Waſſerfarne, Zungenfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nacktſamige oder Gymnoſpermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen). Meningos (Gnetaceen). Deckſamige oder Angioſpermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen). Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen).

Achtzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. I. Urthiere, Pflanzenthiere, Wurmthiere 435

Das natürliche Syſtem des Thierreichs. Syſtem von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Bär und Cuvier. Vermehrung derſelben auf ſieben Typen. Genealogiſche Bedeutung der ſieben Typen als ſelbſtſtändiger Stämme des Thierreichs. Monophyletiſche und polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe des Thierreichs. Abſtammung der Pflanzenthiere und Würmer von den Urthieren. Gemeinſamer Urſprung der vier höheren Thierſtämme aus dem Würmerſtamm. Eintheilung der ſieben Thierſtämme in 16 Hauptklaſſen und 38 Klaſſen. Stamm der Urthiere. Urahnthiere (Moneren, Amoeben, Synamoeben). Gregarinen. Infuſionsthiere. Planäaden und Gaſträaden (Planula und Gaſtrula). Stamm der Pflanzenthiere. Schwämme oder Spongien (Schleimſchwämme, Faſerſchwämme, Kalkſchwämme). Neſſelthiere oder Akalephen (Korallen, Schirmquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmthiere. Plattwürmer. Rundwürmer. Mosthiere. Mantelthiere Rüſſelwürmer. Sternwürmer. Räderwürmer. Ringelwürmer.

Neunzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere 468

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Vier Klaſſen der Weichthiere: Taſcheln (Spirobranchien). Muſcheln (Lamellibranchien). Schnecken (Cochliden). Kracken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abſtammung derſelben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phraktelminthen). Generationswechſel der Echinodermen. Vier Klaſſen der Sternthiere: Seeſterne (Aſteriden). Seelilien (Krinoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Arthropoden. Vier Klaſſen der Gliederthiere. Kiemenathmende Gliederthiere oder Cruſtaceen.

Seite

(Gliederkrebſe, Panzerkrebſe). Luftröhrenathmende Gliederthiere oder Tracheaten. Spinnen (Streckſpinnen, Rundſpinnen). Tauſendfüßer. Inſekten. Kauende und ſaugende Inſekten. Stammbaum und Geſchichte der acht Inſekten-Ordnungen.

Zwanzigſter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. III. Wirbelthiere 502

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere. (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie.) Das natürliche Syſtem der Wirbelthiere. Die vier Klaſſen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derſelben auf neun Klaſſen. Hauptklaſſe der Rohrherzen oder Schädelloſen (Lanzetthiere). Blutsverwandtſchaft der Schädelloſen mit den Mantelthieren. Uebereinſtimmung der embryonalen Entwickelung von Amphioxus und von den Ascidien. Urſprung des Wirbelthierſtammes aus der Würmergruppe. Hauptklaſſe der Unpaarnaſen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptklaſſe der Anamnien oder Amnionloſen. Fiſche (Urfiſche, Schmelzfiſche, Knochenfiſche). Lurchfiſche oder Dipneuſten. Seedrachen oder Haliſaurier. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptklaſſe der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechſen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Flugreptilien, Drachen, Schnabelreptilien). Vögel (Federſchwänzige, Fächerſchwänzige, Büſchelſchwänzige).

Einundzwanzigſter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. IV. Säugethiere 536

Syſtem der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterklaſſen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithoſtomen). Didelphien oder Marſupialien. Pflanzenfreſſende und fleiſchfreſſende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualoſe oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Zahnarme. Deciduathiere oder Deciduaten. Halbaffen. Nagethiere. Scheinhufer. Inſektenfreſſer. Raubthiere. Flederthiere. Affen.

Seite

Zweiundzwanzigster Vortrag.

Ursprung und Stammbaum des Menschen 564

Die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen. Unermeßliche Bedeutung und logische Nothwendigkeit derselben. Stellung des Menschen im natürlichen System der Thiere, insbesondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menschen in der Ordnung der Affen. Schmalnasen (Affen der alten Welt) und Plattnasen (amerikanische Affen). Unterschiede beider Gruppen. Entstehung des Menschen aus Schmalnasen. Menschenaffen oder Anthropoiden. Afrikanische Menschenaffen (Gorilla und Schimpanse). Asiatische Menschenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verschiedenen Menschenaffen und der verschiedenen Menschenrassen. Uebersicht der Ahnenreihe des Menschen. Wirbellose Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Dreiundzwanzigster Vortrag.

Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen 593

Alter des Menschengeschlechts. Ursachen der Entstehung desselben. Der Ursprung der menschlichen Sprache. Einstämmiger (monophyletischer) und vielstämmiger (polyphyletischer) Ursprung des Menschengeschlechts. Abstammung der Menschen von vielen Paaren. Klassifikation der Menschenrassen. System der zwölf Menschenarten. Wollhaarige Menschen oder Ulotrichen. Büschelhaarige (Papua's, Hottentotten). Vließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menschen oder Lissotrichen. Straffhaarige (Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menschen (Südasien oder Lemurien). Beschaffenheit des Urmenschen. Zahl der Ursprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menschengeschlechts. Geographische Verbreitung der Menschenarten.

Vierundzwanzigster Vortrag.

Einwände gegen und Beweise für die Wahrheit der Descendenztheorie 627

Einwände gegen die Abstammungslehre. Einwände des Glaubens und

Seite

der Vernunft. Unermeßliche Länge der geologiſchen Zeiträume. Uebergangsformen zwiſchen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeſtändigkeit von der Vererbung, und des Formwechſels von der Anpaſſung. Entſtehung ſehr zuſammengeſetzter Organiſations-Einrichtungen. Stufenweiſe Entwickelung der Inſtinkte und Seelenthätigkeiten. Entſtehung der aprioriſchen Erkenntniſſe aus apoſterioriſchen. Erforderniſſe für das richtige Verſtändniß der Abſtammungslehre. Nothwendige Wechſelwirkung der Empirie und Philoſophie. Beweiſe für die Deſcendenztheorie. Innerer urſächlicher Zuſammenhang aller biologiſchen Erſcheinungsreihen. Der direkte Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Deſcendenztheorie zur Anthropologie. Beweiſe für den thieriſchen Urſprung des Menſchen. Die Pithekoidentheorie als untrennbarer Beſtandtheil der Deſcendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweiſe Entwickelung des menſchlichen Geiſtes. Körper und Geiſt. Menſchenſeele und Thierſeele. Blick in die Zukunft.

Verzeichniß der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften 659

Erklärung der Tafeln 663

Taf. I. Lebensgeſchichte eines einfachſten Organismus, eines Moneres (*Protomyxa aurantiaca*) 663

Taf. II und III. Keime oder Embryonen von vier Wirbelthieren (Schildkröte, Huhn, Hund, Menſch) 664

Taf. IV. Hand von neun verſchiedenen Säugethieren 664

Taf. V. Stammbaum des Pflanzenreichs, paläontologiſch begründet . 665

Taf. VI. Geſchichtliches Wachsthum der ſechs Thierſtämme 665

Taf. VII. Gruppe von Pflanzenthieren im Mittelmeere 666

Taf. VIII und IX. Generationswechſel der Steruthiere 669

Taf. X und XI. Entwickelungsgeſchichte der Krebsthiere oder Cruſtaceen 671

Taf. XII und XIII. Entwickelungsgeſchichte der Ascidie und des Amphioxus 673

Taf. XIV. Stammbaum des Wirbelthierſtammes, paläontologiſch begründet 675

Taf. XV. Hypothetiſche Skizze des monophyletiſchen Urſprungs und der Verbreitung der zwölf Menſchen-Species von Lemurien aus über die Erde 677

Taf. XVI. Entwickelungsgeſchichte eines Kalkſchwammes (Olynthus) . 679

Regiſter 680

Vorwort

zur ersten Auflage.

Die vorliegenden freien Vorträge über „natürliche Schöpfungsgeschichte" sind im Wintersemester 18$\frac{6}{7}$ vor einem aus Laien und Studirenden aller Facultäten zusammengesetzten Publikum hier von mir gehalten, und von zweien meiner Zuhörer, den Studirenden Hörnlein und Römheld, stenographirt worden. Abgesehen von den redactionellen Veränderungen des stenographischen Manuscripts, habe ich an mehreren Stellen Erörterungen weggelassen, welche für meinen engeren Zuhörerkreis von besonderem Interesse waren, und dagegen an anderen Stellen Erläuterungen eingefügt, welche mir für den weiteren Leserkreis erforderlich schienen. Die Abkürzungen betreffen besonders die erste Hälfte, die Zusätze dagegen die zweite Hälfte der Vorträge. Der XV., XVI., XVII. und XVIII. Vortrag, welche ursprünglich zusammen nur zwei Vorträge bildeten, sind gänzlich umgearbeitet und bedeutend erweitert worden.

Die „natürliche Schöpfungsgeschichte" oder richtiger ausgedrückt: Die „natürliche Entwickelungslehre", deren selbstständige Förderung und weitere Verbreitung den Zweck dieser Vorträge bildet, ist seit nun bald zehn Jahren durch die große Geistesthat von Charles Darwin in ein neues Stadium ihrer Entwickelung getreten. Was frühere Anhänger derselben nur unbestimmt andeuteten oder ohne Erfolg aussprachen, was schon Wolfgang Goethe mit dem prophetischen Genius des Dichters, weit seiner Zeit vorauseilend, ahnte, was

Jean Lamarck bereits, unverſtanden von ſeinen befangenen Zeitgenoſſen, zu einer klaren wiſſenſchaftlichen Theorie formte, das iſt durch das epochemachende Werk von Charles Darwin unveräußerliches Erbgut der menſchlichen Erkenntniß und die erſte Grundlage geworden, auf der alle wahre Wiſſenſchaft in Zukunft weiter bauen wird. „Entwickelung“ heißt von jetzt an das Zauberwort, durch das wir alle uns umgebenden Räthſel löſen, oder wenigſtens auf den Weg ihrer Löſung gelangen können. Aber wie Wenige haben dieſes Loſungswort wirklich verſtanden, und wie Wenigen iſt ſeine weltumgeſtaltende Bedeutung klar geworden! Befangen in der mythiſchen Tradition von Jahrtauſenden, und geblendet durch den falſchen Glanz mächtiger Autoritäten, haben ſelbſt hervorragende Männer der Wiſſenſchaft in dem Siege der Entwickelungstheorie nicht den größten Fortſchritt, ſondern einen gefährlichen Rückſchritt der Naturwiſſenſchaft erblickt, und namentlich den biologiſchen Theil derſelben, die Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie, unrichtiger beurtheilt, als der geſunde Menſchenverſtand des gebildeten Laien.

Dieſe Wahrnehmung vorzüglich war es, welche mich zur Veröffentlichung dieſer gemeinverſtändlichen wiſſenſchaftlichen Vorträge beſtimmte. Ich hoffe dadurch der Entwickelungslehre, welche ich für die größte Eroberung des menſchlichen Geiſtes halte, manchen Anhänger auch in jenen Kreiſen der Geſellſchaft zuzuführen, welche zunächſt nicht mit dem empiriſchen Material der Naturwiſſenſchaft, und der Biologie insbeſondere, näher vertraut, aber durch ihr Intereſſe an dem Naturganzen berechtigt, und durch ihren natürlichen Menſchenverſtand befähigt ſind, die Entwickelungstheorie zu begreifen, und als Schlüſſel zum Verſtändniß der Erſcheinungswelt zu benutzen. Die Form der freien Vorträge, in welcher hier die Grundzüge der allgemeinen Entwickelungsgeſchichte behandelt ſind, hat mancherlei Nachtheile. Aber ihre Vorzüge, namentlich der freie und unmittelbare Verkehr zwiſchen dem Vortragenden und dem Zuhörer, überwiegen in meinen Augen die Nachtheile bedeutend.

Der lebhafte Kampf, welcher in den letzten Jahren um die Ent-

wickelungslehre entbrannt iſt, muß früher oder ſpäter nothwendig mit ihrer allgemeinen Anerkennung endigen. Dieſer glänzendſte Sieg des erkennenden Verſtandes über das blinde Vorurtheil, der höchſte Triumph, den der menſchliche Geiſt erringen konnte, wird ſicherlich mehr als alles Andere nicht allein zur geiſtigen Befreiung, ſondern auch zur ſittlichen Vervollkommnung der Menſchheit beitragen. Zwar haben nicht nur diejenigen engherzigen Leute, die als Angehörige einer bevorzugten Kaſte jede Verbreitung allgemeiner Bildung überhaupt ſcheuen, ſondern auch wohlmeinende und edelgeſinnte Männer die Befürchtung ausgeſprochen, daß die allgemeine Verbreitung der Entwickelungstheorie die gefährlichſten moraliſchen und ſocialen Folgen haben werde. Nur die feſte Ueberzeugung, daß dieſe Beſorgniß gänzlich unbegründet iſt, und daß im Gegentheil jeder große Fortſchritt in der wahren Naturerkenntniß unmittelbar oder mittelbar auch eine entſprechende Vervollkommnung des ſittlichen Menſchenweſens herbeiführen muß, konnte mich dazu ermuthigen, die wichtigſten Grundzüge der Entwickelungstheorie in der hier vorliegenden Form einem weiteren Kreiſe zugänglich zu machen.

Den wißbegierigen Leſer, welcher ſich genauer über die in dieſen Vorträgen behandelten Gegenſtände zu unterrichten wünſcht, verweiſe ich auf die im Texte mit Ziffern angeführten Schriften, welche am Schluſſe deſſelben im Zuſammenhang verzeichnet ſind. Bezüglich derjenigen Beiträge zum Ausbau der Entwickelungslehre, welche mein Eigenthum ſind, verweiſe ich insbeſondere auf meine 1866 veröffentlichte „Generelle Morphologie der Organismen" (Erſter Band: Allgemeine Anatomie oder Wiſſenſchaft von den entwickelten Formen; Zweiter Band: Allgemeine Entwickelungsgeſchichte oder Wiſſenſchaft von den entſtehenden Formen). Dies gilt namentlich von meiner, im erſten Bande ausführlich begründeten Individualitätslehre und Grundformenlehre, auf welche ich in dieſen Vorträgen nicht eingehen konnte, und von meiner, im zweiten Bande enthaltenen mechaniſchen Begründung des urſächlichen Zuſammenhangs zwiſchen der individuellen und der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte. Der Leſer,

welcher ſich ſpecieller für das natürliche Syſtem der Thiere, Pflanzen und Protiſten, ſowie für die darauf begründeten Stammbäume intereſſirt, findet darüber das Nähere in der ſyſtematiſchen Einleitung zum zweiten Bande der generellen Morphologie. Die entſprechenden Stellen der letzteren, welche einzelne Gegenſtände dieſer freien Vorträge ausführlicher behandeln, ſind im Texte mit (Gen. Morph.) angeführt.

So unvollkommen und mangelhaft dieſe Vorträge auch ſind, ſo hoffe ich doch, daß ſie dazu dienen werden, das ſegensreiche Licht der Entwickelungslehre in weiteren Kreiſen zu verbreiten. Möchte dadurch in vielen denkenden Köpfen die unbeſtimmte Ahnung zur klaren Gewißheit werden, daß unſer Jahrhundert durch die endgültige Begründung der Entwickelungstheorie, und namentlich durch die Entdeckung des menſchlichen Urſprungs, den bedeutendſten und ruhmvollſten Wendepunkt in der ganzen Entwickelungsgeſchichte der Menſchheit bildet. Möchten dadurch viele Menſchenfreunde zu der Ueberzeugung geführt werden, wie fruchtbringend und ſegensreich dieſer größte Fortſchritt in der Erkenntniß auf die weitere fortſchreitende Entwickelung des Menſchengeſchlechts einwirken wird, und an ihrem Theile werkthätig zu ſeiner Ausbreitung beitragen. Möchten aber vor Allem dadurch recht viele Leſer angeregt werden, tiefer in das innere Heiligthum der Natur einzudringen, und aus der nie verſiegenden Quelle der natürlichen Offenbarung mehr und mehr jene höchſte Befriedigung des Verſtandes durch wahre Naturerkenntniß, jenen reinſten Genuß des Gemüthes durch tiefes Naturverſtändniß, und jene ſittliche Veredelung der Vernunft durch einfache Naturreligion ſchöpfen, welche auf keinem anderen Wege erlangt werden kann.

Jena, am 18ten Auguſt 1868.

Ernſt Heinrich Haeckel.

Seite

Zweiundzwanzigſter Vortrag.

Urſprung und Stammbaum des Menſchen 564

Die Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen. Unermeßliche Bedeutung und logiſche Nothwendigkeit derſelben. Stellung des Menſchen im natürlichen Syſtem der Thiere, insbeſondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menſchen in der Ordnung der Affen. Schmalnaſen (Affen der alten Welt) und Plattnaſen (amerikaniſche Affen). Unterſchiede beider Gruppen. Entſtehung des Menſchen aus Schmalnaſen. Menſchenaffen oder Anthropoiden. Afrikaniſche Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe). Aſiatiſche Menſchenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verſchiedenen Menſchenaffen und der verſchiedenen Menſchenraſſen. Ueberſicht der Ahnenreihe des Menſchen. Wirbelloſe Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Dreiundzwanzigſter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung des Menſchengeſchlechts. Menſchenarten und Menſchenraſſen 593

Alter des Menſchengeſchlechts. Urſachen der Entſtehung deſſelben. Der Urſprung der menſchlichen Sprache. Einſtämmiger (monophyletiſcher) und vielſtämmiger (polyphyletiſcher) Urſprung des Menſchengeſchlechts. Abſtammung der Menſchen von vielen Paaren. Klaſſifikation der Menſchenraſſen. Syſtem der zwölf Menſchenarten. Wollhaarige Menſchen oder Ulotrichen. Büſchelhaarige (Papua's, Hottentotten). Bließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menſchen oder Liſſotrichen. Straffhaarige (Auſtralier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menſchen (Südaſien oder Lemurien). Beſchaffenheit des Urmenſchen. Zahl der Urſprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menſchengeſchlechts. Geographiſche Verbreitung der Menſchenarten.

Vierundzwanzigſter Vortrag.

Einwände gegen und Beweiſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie 627

Einwände gegen die Abſtammungslehre. Einwände des Glaubens und

Seite

(Gliederkrebſe, Panzerkrebſe). Luftröhrenathmende Gliederthiere oder Tracheaten. Spinnen (Streckſpinnen, Rundſpinnen). Tauſendfüßer. Inſekten. Kauende und ſaugende Inſekten. Stammbaum und Geſchichte der acht Inſekten-Ordnungen.

Zwanzigſter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. III. Wirbelthiere 502

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere. (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie.) Das natürliche Syſtem der Wirbelthiere. Die vier Klaſſen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derſelben auf neun Klaſſen. Hauptklaſſe der Rohrherzen oder Schädelloſen (Lanzetthiere). Blutsverwandtſchaft der Schädelloſen mit den Mantelthieren. Uebereinſtimmung der embryonalen Entwickelung von Amphioxus und von den Ascidien. Urſprung des Wirbelthierſtammes aus der Würmergruppe. Hauptklaſſe der Unpaarnaſen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptklaſſe der Anamnien oder Amnionloſen. Fiſche (Urfiſche, Schmelzfiſche, Knochenfiſche). Lurchfiſche oder Dipneuſten. Seedrachen oder Haliſaurier. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptklaſſe der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechſen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Flugreptilien, Drachen, Schnabelreptilien). Vögel (Federſchwänzige, Fächerſchwänzige, Büſchelſchwänzige).

Einundzwanzigſter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. IV. Säugethiere 536

Syſtem der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterklaſſen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithoſtomen). Didelphien oder Marſupialien. Pflanzenfreſſende und fleiſchfreſſende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualoſe oder Indecidnen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Zahnarme. Decidnathiere oder Decidnaten. Halbaffen. Nagethiere. Scheinhufer. Inſektenfreſſer. Raubthiere. Flederthiere. Affen.

Seite

Zweiundzwanzigster Vortrag.

Ursprung und Stammbaum des Menschen 564

Die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen. Unermeßliche Bedeutung und logische Nothwendigkeit derselben. Stellung des Menschen im natürlichen System der Thiere, insbesondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menschen in der Ordnung der Affen. Schmalnasen (Affen der alten Welt) und Plattnasen (amerikanische Affen). Unterschiede beider Gruppen. Entstehung des Menschen aus Schmalnasen. Menschenaffen oder Anthropoiden. Afrikanische Menschenaffen (Gorilla und Schimpanse). Asiatische Menschenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verschiedenen Menschenaffen und der verschiedenen Menschenrassen. Uebersicht der Ahnenreihe des Menschen. Wirbellose Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Dreiundzwanzigster Vortrag.

Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen 593

Alter des Menschengeschlechts. Ursachen der Entstehung desselben. Der Ursprung der menschlichen Sprache. Einstämmiger (monophyletischer) und vielstämmiger (polyphyletischer) Ursprung des Menschengeschlechts. Abstammung der Menschen von vielen Paaren. Klassifikation der Menschenrassen. System der zwölf Menschenarten. Wollhaarige Menschen oder Ulotrichen. Büschelhaarige (Papua's, Hottentotten). Vließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menschen oder Lissotrichen. Straffhaarige (Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menschen (Südasien oder Lemurien). Beschaffenheit des Urmenschen. Zahl der Ursprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menschengeschlechts. Geographische Verbreitung der Menschenarten. . . . . .

Vierundzwanzigster Vortrag.

Einwände gegen und Beweise für die Wahrheit der Descendenztheorie 627

Einwände gegen die Abstammungslehre. Einwände des Glaubens und

Schlimmer ist es, daß sich Herr Rütimeyer in seinem Zorneseifer gegen die „Natürliche Schöpfungsgeschichte" so weit versteigt, die wichtigsten und ihm selbst wohlbekannten wissenschaftlichen Thatsachen zu leugnen, bloß weil ich darauf das größte Gewicht lege. So leugnet er z. B. die formale Identität der Eier und der jungen Embryonen des Menschen und der nächstverwandten Säugethiere. Daß kein Mensch im Stande ist, das menschliche Ei von demjenigen der nächstverwandten Säugethiere auch mit Hülfe der besten Mikroskope zu unterscheiden, ist eine längst bekannte, wenn auch nicht gehörig gewürdigte Thatsache, die fast in jedem Handbuche der Histologie steht. Ebenso weiß längst schon jeder Anatom, daß die Embryonen des Menschen selbst noch in den von mir auf Taf. II und III dargestellten Stadien nicht wesentlich von denjenigen anderer placentaler Säugethiere verschieden sind. Die ganze innere und äußere Bildung des geschwänzten Körpers, der beiden Gliedmaßenpaare, des Halses mit den Kiemenbogen und Kiemenspalten, die Anlage der Sinnesorgane, u. s. w. ist beim Menschen im ersten Monate der Entwickelung durchaus dieselbe wie bei allen anderen Säugethieren; und auch von derjenigen der Vögel und Reptilien, kurz aller höheren Wirbelthiere, nicht wesentlich verschieden. Der Entwickelungsgang des Keimes ist ja überhaupt bei allen Wirbelthieren im Wesentlichen ganz derselbe und von demjenigen aller anderen Thiere abweichend.

Diese embryologischen Thatsachen sind gewiß von der allergrößten Bedeutung und ich für meine Person lege darauf mehr Gewicht, als auf alle andern biologischen Erscheinungen und auf alle andern Beweise für die Wahrheit der Abstammungslehre. Mit vollem Rechte sagt darüber Professor Huxley, einer der verdientesten, an Kenntnissen und an Verständniß reichsten Vorkämpfer des Darwinismus: „Obgleich diese Thatsachen von vielen anerkannten Lehrern des Volkes ignorirt werden, so sind sie doch leicht nachzuweisen und mit Uebereinstimmung von allen Männern der Wissenschaft angenommen, (— hier hätte Professor Huxley Herrn Räti-

meyer ausnehmen sollen —), während anderseits ihre Bedeutung so groß ist, daß diejenigen, welche sie gehörig erwogen haben, meiner Meinung nach wenig andere biologische Offenbarungen finden werden, die sie überraschen können." Als Beweis dafür, daß diese embryologischen, von Rütimeyer geleugneten Thatsachen schon längst bekannt sind, führe ich für Laien noch an, daß Bär, der größte Ontogenist unseres Jahrhunderts, schon 1828, also vor 46 Jahren, folgende Sätze ausspricht: „Die Embryonen der Säugethiere (— mit Inbegriff des Menschen —), Vögel, Eidechsen und Schlangen, wahrscheinlich auch der Schildkröten sind in früheren Zuständen einander ungemein ähnlich, im Ganzen sowie in der Entwickelung der einzelnen Theile; so ähnlich, daß man oft die Embryonen nur nach der Größe unterscheiden kann. Ich besitze zwei kleine Embryonen in Weingeist, für die ich versäumt habe, die Namen zu notiren, und ich bin jetzt durchaus nicht im Stande, die Klasse zu bestimmen, der sie angehören. Es können Eidechsen, kleine Vögel, oder ganz junge Säugethiere sein. So übereinstimmend ist Kopf- und Rumpfbildung in diesen Thieren. Die Extremitäten fehlen aber jenen Embryonen noch. Wären sie auch da, auf der ersten Stufe der Ausbildung begriffen, so würden sie doch nichts lehren, da die Füße der Eidechsen und Säugethiere, die Flügel und Füße der Vögel, sowie die Hände und Füße der Menschen, sich aus derselben Grundform entwickeln."

Wie wenig übrigens diese höchst wichtigen Thatsachen der Ontogenie noch gewürdigt werden, und wie selbst unter den Fachmännern ihre wahre Bedeutung noch verkannt wird, geht am deutlichsten aus der verschiedenartigen Beurtheilung hervor, welche das Grundgesetz der organischen Entwickelung gefunden hat, das Gesetz von dem Causal-Nexus zwischen Ontogenie und Phylogenie. Ich habe dieses „biogenetische Grundgesetz" in meiner generellen Morphologie an die Spitze der allgemeinen Entwickelungsgeschichte gestellt, weil nach meiner Ueberzeugung das ganze innere Verständniß der Entwickelungsgeschichte davon abhängt. Als

Beiſpiel der erſtaunlichſten Verkennung dieſes Grundgeſetzes führe ich nur einen Anatomen an, welcher ſelbſt ontogenetiſche Unterſuchungen mit großem Fleiße (wenn auch leider ohne morphologiſches Urtheil) angeſtellt hat, Profeſſor His in Baſel. Derſelbe veröffentlichte vor kaum zwei Jahren eine Rede „über die Bedeutung der Entwickelungsgeſchichte für die Auffaſſung der organiſchen Natur", aus welcher nur hervorgeht, daß derſelbe von dieſer Bedeutung keine Ahnung hat. Statt den tiefen urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen Ontogenie und Phylogenie, zwiſchen Keimesgeſchichte und Stammesgeſchichte anzuerkennen, und ſtatt darin „eine phyſiologiſche Erklärung der von der Entwickelungsgeſchichte beobachteten Thatſachen" zu erblicken, hält Profeſſor His jenes wirklich mechaniſche „biogenetiſche Grundgeſetz" für eine unbegründete Hypotheſe, und ſtellt ſtatt deſſen eine angeblich „mechaniſche" Theorie der Ontogenie auf, welche jeder klar urtheilende, mit den Thatſachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bekannte Zoologe nur mit einem Lächeln betrachten kann. So z. B. ſoll die Anlage der vier Gliedmaßen bei den Wirbelthier-Embryonen (Taf. II und III) „den vier Ecken eines Briefes ähnlich, beſtimmt werden durch die Kreuzung von vier den Körper umgrenzenden Falten"! Es iſt aber charakteriſtiſch für die Urtheilsloſigkeit unſerer Zeit, daß man ſolche wunderliche Einfälle als große Fortſchritte bewundert und dabei den allein zum Ziele führenden und von Darwin ſo klar vorgezeichneten Weg verſchmäht.

Es erſcheint überflüſſig, hier auf die Maſſe von größeren und kleineren Schriften einzugehen, welche in letzter Zeit wieder geradezu gegen den Darwinismus und gegen die Entwickelungslehre überhaupt, ſowie gegen meine Darſtellung derſelben in der natürlichen Schöpfungsgeſchichte gerichtet worden ſind. Die allermeiſten dieſer Schriften ſind ſo dilettantiſch geſchrieben, ſo ohne gründliche Kenntniß der großen Thatſachen-Reihen, auf welche ſich die ganze Entwickelungstheorie ſtützt, daß man ſie getroſt der verdienten Vergeſſenheit anheimgeben kann, von der ſie ohnehin bald ereilt werden.

Jeder beliebige Laie glaubt über die Descendenz-Theorie und ihre Anwendung auf den Menschen sofort absprechen zu können; glaubt doch Jedermann von selbst hinreichend zu wissen, was überhaupt der Mensch eigentlich für ein Wesen ist, und weiß doch jeder Einzelne ganz sicher, daß er persönlich „nicht vom Affen abstammt". Daß aber das naturwissenschaftliche Studium des menschlichen Organismus das schwierigste von allen ist, daß die ganze körperliche und geistige Beschaffenheit des Menschen nur durch die Entwickelungsgeschichte, nur durch Vergleichung derselben mit der körperlichen und geistigen Beschaffenheit der übrigen Thiere erkannt werden kann, davon wollen die Wenigsten etwas wissen. Und doch ist es ganz unzweifelhaft, daß die ganze Anthropologie nur ein specieller Zweig der Zoologie ist, und daß also die vergleichende Anatomie und Physiologie, und vor allem die Entwickelungsgeschichte für erstere wie für letztere die unentbehrlichste Basis ist. Daher erhebt sich fast die ganze neuere „Anthropologie" und „Ethnologie", wie sie jetzt in umfangreichen Zeitschriften und von zahlreichen „wissenschaftlichen" Gesellschaften cultivirt wird, nicht über den Rang eines halbgebildeten Dilettantismus. Erst wenn dieselbe anfangen wird, sich auf den Boden der vergleichenden Zoologie zu stellen, erst wenn jeder „Anthropolog" und „Ethnolog" wenigstens mit den Grundzügen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bekannt sein wird, erst dann wird die Lehre vom Menschen ihren wohlverdienten Platz an der Spitze der übrigen Naturwissenschaften einnehmen.

Wie weit die Anthropologie von diesem Ziele noch entfernt ist, und wie wenig sie geneigt ist, ihre natürliche Mutter, die Zoologie, und ihre unentbehrliche Führerin, die Descendenz-Theorie, als solche anzuerkennen, davon legen zahlreiche der noch jüngst gegen letztere gerichteten Angriffe Zeugniß ab. Unter diesen möchten wir ausnahmsweise einen einzigen hier der Vergessenheit entreißen, weil er in drastischer Form beweist, was man dem anthropologischen Publikum als „wissenschaftliche Ethnologie" bieten darf; und wie man

noch gegenwärtig in diesen Dilettanten-Kreisen die Entwickelungslehre, die unentbehrliche Grundlage aller biologischen Forschungen, behandelt. Ich meine die Aeußerungen des Berliner Ethnographen Bastian, die unter den zahllosen albernen und kindischen Angriffen gegen den „Darwinismus" fast alle andern an Verkehrtheit und Unverstand übertreffen. Dieser Umstand erscheint aber deshalb hier hochkomisch, weil er im Gewande der stolzesten Philosophie, verbrämt mit der hochtrabendsten Phraseologie einherschreitet. Man höre: z. B. nur folgende „kindische Faseleien": „Alle Fehler der teleologischen Glaubensrichtung aus vermeintlich überwundenen Standpunkten wiederholend, fällt die Descendenz-Theorie in kindische Faseleien, wenn sie in dem Wissensstückwerk auf unserm Erdenwinkel den Plan des Weltgesetzes durchschauen zu können meint, und die aufstrebende Entwickelung von Protoplasmen bis zum Menschen weiter führt." Herr Bastian weiß hiernach nicht einmal, daß er selbst im Beginne seiner individuellen Existenz, gleich allen andern Menschenkindern, eine einfache Zelle, d. h. ein Protoplasma-Kügelchen mit einem Kerne war! Er begreift nicht einmal den fundamentalen Gegensatz zwischen der teleologischen Dogmatik, die einem weisheitsvollen „Plan" des Schöpfers nachspürt, und der mechanischen Descendenz-Theorie, welche gerade umgekehrt das „Weltgesetz" der nothwendigen Causalität an die Stelle des vergeblich gesuchten „Planes der Schöpfung" setzen will. Man höre ferner folgenden Erguß „babylonischer Sprach- und Begriffs-Verwirrung" (die gerade bei diesem Bombastus bis zu einem bedenklichen Stadium gediehen ist!): „Die Anthropologie hat sich heutzutage die umgekehrte Pyramide der Evolutions-Theorie zusammengekleistert, einen buntscheckigen Götzenthurm, der manchen werthvollen Baustein der Transmutationslehre entlehnt hat, aber zunächst seine Verehrer mit babylonischer Sprachs- und Begriffs-Verwirrung zu schlagen scheint!" Doch mag der Leser die „mehr kindischen als barbarischen Vorstellungen" des Herrn Bastian über organische Entwickelung lieber in seinen eigenen „geistlosen Wassersuppen", in seinen schwülstigen „Flunkeleien", übergossen mit dem

ihm eigenen „ſchaalen Raiſonnement“ (— wir gebrauchen überall ſeine eigenen Worte! —) nachleſen, um ſich von der Gerechtigkeit unſeres harten Urtheils zu überzeugen. Alles, was gegen die Entwickelungstheorie überhaupt und gegen ihre Anwendung auf den Menſchen insbeſondere von den verſchiedenſten Seiten eingewendet worden iſt, alle Unwiſſenheit in den Thatſachen der Entwickelungsgeſchichte, alle Unfähigkeit zu ihrem Verſtändniß, aller Mangel an philoſophiſcher Erkenntniß der Erſcheinungswelt — kurz alle Schwächen unſerer Gegner — finden ſich in den grenzenlos confuſen Schriften des Herrn Baſtian vereinigt, deſſen einzige Stärke in einem außerordentlichen Thatſachen-Gedächtniß — leider ohne jedes klare und geordnete Verſtändniß der Thatſachen — beſteht. Man leſe namentlich die höchſt komiſche Kritik, welche derſelbe im dritten Bande der Berliner „Zeitſchrift für Ethnologie“ (S. 133—143 und S. 349—359) über Darwin's neueſtes Werk gegeben hat, und worin er letzteres als „Träume eines Mittagsſchläfchens“ bezeichnet! Für mich ſelbſt war jedoch die Lectüre dieſes ſeichten Geſchwätzes inſofern ſehr erfreulich, als ich darin nur eine treffende Beſtätigung des ſchon 1866 von mir ausgeſprochenen Satzes fand: „Intereſſant und lehrreich iſt der Umſtand, daß beſonders diejenigen Menſchen über die Entdeckung der natürlichen Entwickelung des Menſchengeſchlechts aus echten Affen am meiſten empört ſind und in den heftigſten Zorn gerathen, welche offenbar hinſichtlich ihrer intellectuellen Ausbildung und cerebralen Differenzirung ſich bisher noch am wenigſten von unſeren gemeinſamen tertiären Stammeltern entfernt haben.“

Unter den in den letzten zwei Jahren erſchienenen Schriften, die als wahre Bereicherungen der Entwickelungslehre zu begrüßen ſind, zeichnet ſich vor allen Carl Gegenbaur's klaſſiſches Werk über vergleichende Anatomie aus. Mit vollem Rechte bemerkt dieſer verdienſtvolle Naturforſcher, welcher die vergleichende Anatomie der Gegenwart beherrſcht: „An der vergleichenden Anatomie wird die Deſcendenz-Theorie zugleich einen Prüfſtein finden. Bisher beſteht keine vergleichend-anatomiſche Erfahrung, die ihr widerſpräche; vielmehr füh-

ren uns alle darauf hin. So wird jene Theorie das von der Wissenschaft zurückempfangen, was sie ihrer Methode gegeben hat: Klarheit und Sicherheit. Die Descendenz-Theorie wird eine neue Periode in der Geschichte der vergleichenden Anatomie beginnen. Sie wird sogar einen bedeutenderen Wendepunkt bezeichnen, als irgend eine Theorie in dieser Wissenschaft vorher vermocht hat: denn sie greift tiefer als alle jene, und es giebt kaum einen Theil der Morphologie, der nicht auf's Innigste von ihr berührt würde."

„Vererbung und Anpassung sind die zwei wichtigen Momente, aus denen sowohl die Mannichfaltigkeit der Organisation als das Gemeinsame derselben verständlich wird. Auf dem Standpunkte der Descendenz-Theorie hat die „Verwandtschaft" der Organismen ihre bildliche Bedeutung verloren. Wo wir durch präcise Vergleichung nachgewiesene Uebereinstimmung der Organisation treffen, deutet diese, als eine vererbte Erscheinung, auf gemeinsame Abstammung hin. Durch die mannichfachen aus der Anpassung erworbenen Umwandlungen die Organe Schritt für Schritt zu verfolgen, wird zur Aufgabe."

Gegenbaur selbst hat die hier von ihm bezeichnete Aufgabe glänzend gelöst, und vor Allem in dem wichtigsten, interessantesten und schwierigsten Theile der vergleichenden Anatomie, in derjenigen der Wirbelthiere. Er hat alle die verschiedenen Gliedmaßen-Formen der Wirbelthiere, deren hohe Bedeutung auf S. 363 und durch Taf. IV angedeutet ist, auf ihr gemeinsames Urbild zurückgeführt, und als divergente, durch Anpassung erworbene Modificationen einer einzigen erblichen Urform nachgewiesen. Er hat erst die wahre Natur der Wirbelsäule und des Schädels erkannt, die berühmte „Wirbeltheorie des Schädels" (S. 75) durch die viel tiefer begründete Reduction der Gehirn-Nerven auf die Rückenmarks-Nerven ersetzt; und uns überhaupt die wesentlichsten Anhaltspunkte für die Begründung des Wirbelthier-Stammbaums geliefert.

Diese neue vergleichende Anatomie, wie sie in den Arbeiten von Gegenbaur und Huxley begründet ist — nicht die „vergleichende Anatomie ohne Vergleichung", wie sie gewöhnlich jetzt gelehrt wird —

gehört zu den wichtigsten Stützen der Descendenz-Theorie und bringt in das Chaos der morphologischen Thatsachen die erwünschte Klarheit.

Die vergleichenden Anatomen der älteren Schule haben diese Klarheit vergeblich erstrebt, weil sie den von Lamarck ihnen gebotenen, erklärenden Grundgedanken der Descendenz-Theorie nicht anerkannten. Eine Ausnahme bildet jedoch Goethe, den ich als einen der ersten Begründer der Descendenz-Theorie neben Lamarck und als einen der bedeutendsten Vorläufer Darwin's hervorheben zu müssen glaube. Allerdings ist diese Auffassung nicht unbestreitbar und auch kürzlich mehrfach angegriffen worden. Wenn ich mir aber Goethe's ganz realistische, objektive Naturbetrachtung, sein „gegenständlich thätiges" Denken vergegenwärtige, und wenn ich Alles zusammenfasse, was er über „Bildung und Umbildung organischer Naturen" gesagt hat (S. 73), so muß ich immer wieder zu der Ansicht zurückkommen, daß sein „Urbild" oder „Typus" der von der Descendenz-Theorie gesuchten „Stammform" entspricht. Namentlich kann ich mir die beiden Bildungstriebe (S. 81) gar nicht anders als in „Darwinistischem" Sinne deuten; und wenn Goethe anerkanntermaßen mit Wolff in der „Metamorphose der Pflanzen" zusammenstimmte, also für die Ontogenie die Theorie der Epigenese begründete, so erscheint es bei einem so tiefen und naturverständigen Denker nur consequent, daß er auch für die „Entstehung der Arten" die gleiche „Metamorphose" annahm, d. h. für die Phylogenie die Theorie der Descendenz aufstellte. Denn diese beiden Theorien, die ontogenetische Theorie der Epigenesis, und die phylogenetische Theorie der Descendenz, sind ganz untrennbar, und man kann nicht der einen folgen, ohne zugleich die andere anzuerkennen. Wie Alfred Kirchhoff sagt, sie sind „Zwillingsschwestern. Die Wahrheit dieser wird, wie die jener siegen, oder vielmehr sie hat schon gesiegt"!

Jena, am 18ten März 1872.

Ernst Heinrich Haeckel.

Nachwort

zum Vorwort der dritten Auflage.

Veranlaßt durch die vorstehend (S. XXVIII, XXIX) gegebene Beleuchtung seiner „kindischen Faseleien" über Darwinismus und Entwickelungslehre hat Herr Präsident Adolf Bastian in Berlin im Januar 1874 einen „offenen Brief" an mich veröffentlicht, der mich hier zu einer kurzen Entgegnung nöthigt. Zunächst muß ich den Irrthum Herrn Bastian's berichtigen, als ob ich einen Angriff gegen seine Person beabsichtigt habe. Diese ist mir zum Glück bis auf den heutigen Tag völlig unbekannt und auch völlig gleichgültig. Ich halte mich allein an seine Druckschriften, in denen er unablässig als „ethnologischer" Don Quixote auf die possirlichste Weise gegen die von ihm gar nicht begriffene Entwickelungslehre ankämpft. Angesichts dieser „mit babylonischer Sprachs- und Begriffs-Verwirrung geschlagenen" Phrasen bin ich noch heute — wie vor zwei Jahren — der Meinung, daß dieselben „unter den zahllosen albernen und kindischen Angriffen gegen den Darwinismus fast alle anderen an Verkehrtheit und Unverstand übertreffen." Lediglich deshalb hatte ich sie überhaupt angeführt. Allerdings hat inzwischen ein Marburger Botaniker, Albert Wigand, in einem dicken Buche über „den Darwinismus und die Naturforschung Newtons und Cuviers" (Braunschweig 1874) den Versuch gemacht, Herrn Bastians sinnloses Gefasel zu überbieten, so daß Hermann Müller in Lippstadt, der Verfasser des ausgezeichneten Werkes über „die Befruchtung der Blu-

men durch Insekten" (Leipzig 1873, eines höchst wichtigen Beitrages zur Selectionstheorie!) mit vollem Rechte Wigand's Buch „eine Verleugnung klar vorliegender thatsächlicher Verhältnisse und einen Hohn auf die menschliche Vernunft nennen konnte" (Jenaer Literatur-Zeitung 1874, Nr. 17, S. 250). Indessen ist es Wigand doch nicht gelungen, Bastian zu übertreffen. Denn obwohl auch sein Buch eine Fülle der erheiterndsten Verwechselungen und Mißverständnisse bietet, so ist doch in seinem Unsinn eine gewisse Methode, und man kann beim Lesen desselben wenigstens einen gewissen Zusammenhang der falschen Vorstellungen erkennen. Bei Herrn Bastian's Purzelbäumen ist dies aber rein unmöglich und der einzige mir bekannte Schriftsteller, mit dessen Styl-Uebungen sich seine Quodlibet-Werke vergleichen lassen, ist der bekannte „Unterquartaner Carlchen Mießnick". Der Unterschied zwischen Beiden ist jedoch der, daß bei letzterem hinter dem vernunftwidrigen Satz-Gemengsel witzige Gedanken versteckt sind, während man bei ersterem überhaupt vergeblich nach irgend einem klaren Gedanken sucht. Glücklicherweise erklärt Herr Bastian selbst in seinem offenen Briefe „die Göttin Vernunft für eine unreife Frühgeburt, gegen deren Inthronisirung auf das Ernstlichste protestirt werden muß". Mit Bezug auf seine eigene Vernunft wollen wir diesen Protest freudig theilen!

Die schwersten wissenschaftlichen Vorwürfe, die mir Herr Bastian machen zu können glaubt, faßt er in folgenden Worten zusammen: „Sie wollen in unserer Zeit der Induction und praktischen Experimente, der Theorie wieder einen leitenden Einfluß auf die Sprache der Thatsachen verschaffen! Davor bewahre uns der Himmel! *(Sic!)* Damit aber, daß Sie noch einer Philosophie bedürfen, schlagen Sie sich selbst, damit vernichten oder bedrohen Sie wenigstens Alles, was wir durch beschwerlichen und langsamen Aufbau in der Naturforschung gewonnen haben. *(Sic!)* Sie verlangen eine Verbindung von empirischen Kenntnissen und philosophischem Verständniß, eine innigste Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung von Philosophie und Empirie. Mit sol-

chen Sätzen legen Sie die Axt an die Wurzel unſeres vielverzweigten Wiſſensbaumes"! *(Sic!)* Die Wiſſenſchaft muß alſo nach Herrn Baſtian umkehren! Sie darf nur Thatſachen ſammeln, aber niemals nach deren Urſachen fragen; niemals ſie zu erklären verſuchen! Vor allem aber darf ſie nicht denken!!

Somit wäre es eigentlich nicht nöthig, hier auf jenen „offenen Brief" Etwas zu entgegnen, zumal derſelbe in der erfreulichſten Weiſe die Richtigkeit meines Urtheils beſtätigt. Leider finden ſich jedoch in demſelben einige Stellen, die zeigen, daß Herrn Baſtian's Kapuzinaden nicht ganz ſo harmlos ſind, als ſie ſcheinen. So citirt derſelbe z. B. einen meiner Sätze (S. XXVIII, Z. 15 von oben) falſch, indem er „vor" ſtatt „im" ſetzt und dadurch deſſen Sinn völlig verkehrt. Auf ſeiner letzten Seite aber beſchuldigt er mich „einer direkten Unwahrheit", weil ich den Sinn eines ſeiner Sätze richtig wiedergegeben habe. In Nr. 1 der Jenaer Literatur-Zeitung (vom 3. Januar 1874) hatte ich zur Begründung meines Urtheils über Baſtian angeführt, daß deſſen „neueſter Gegenbeweis gegen den Darwinismus in der merkwürdigen Entdeckung beſteht, daß ſich noch niemals aus einer Spindeluhr eine Cylinderuhr entwickelt hat (!)". Daß dieſer Satz den unzweideutigen Sinn einer längeren Phraſe von Baſtian getreu wiedergiebt, davon kann ſich jeder Leſer überzeugen, wenn er dieſelbe im Original vergleicht (Zeitſchrift für Ethnologie, Band IV, Berlin, 1872, S. 389). Allerdings mag den geiſtreichen Verfaſſer dieſer koſtbare Vergleich zwiſchen einer „in zweifelnder Halbheit ſchwankenden Uhr" und einem lebendigen Organismus, „der Zeit hat weiter zu jungen", ſpäter wohl gereut haben. Aber damit, daß er ihn einfach ableugnet und mir, weil ich ihn citire, perfider Weiſe „eine direkte Unwahrheit" vorwirft, ſchafft er ihn nicht aus der Welt, und die fatale Seite 389 bleibt ſtehen. Hoffentlich treten noch viele Gegner der Entwickelungslehre in die Fußtapfen des Herrn Präſidenten Adolf Baſtian und helfen ſo deren Sieg beſchleunigen.

Jena, den 13ten Juli 1874.

Ernſt Heinrich Haeckel.

Vorwort

zur vierten Auflage.

In wenigen Monaten werden zehn Jahre verfloſſen ſein, ſeitdem der Darwinismus zum erſten Male auf die Tagesordnung einer deutſchen Naturforſcher-Verſammlung geſetzt wurde. Es war am 19. September 1863, als ich in der erſten allgemeinen Verſammlung der deutſchen Naturforſcher und Aerzte zu Stettin einen öffentlichen Vortrag „über die Entwickelungstheorie Darwin's" hielt. Hatten mir ſchon vorher wohlmeinende und vorſichtige Freunde von dieſem gefährlichen Wagniſſe abgerathen, ſo lernte ich doch erſt nachher den ganzen Umfang der damit verknüpften Gefahr ermeſſen. Denn abgeſehen von den Angriffen, welche mein Vortrag oder vielmehr der darin vertretene Darwinismus alsbald von den verſchiedenſten Seiten erfuhr, theilte die Mehrheit der damals in Stettin tagenden Verſammlung das von einigen namhaften Autoritäten ausgeſprochene Bedauern, daß man überhaupt ſolche „unwiſſenſchaftliche Gegenſtände" wie den Darwinismus auf einem Naturforſcher-Kongreſſe zur Sprache bringe; die ganze Darwinſche Theorie ſei im beſten Falle eine „unbewieſene Hypotheſe, ein geiſtreicher Traum". Andere nannten ſie „einen leeren Schwindel, ein bodenloſes Phantaſiegebäude", und meinten, daß ſie „mit der Tiſchrückerei und dem Od in ein und daſſelbe Gebiet gehöre"! Noch Andere beantragten, daß man den Darwinismus überhaupt von der ernſten wiſſenſchaftlichen Discuſſion ausſchließe (wie es ja auch in der biologiſchen

Literatur thatsächlich lange genug geschehen ist). Einige Theologen endlich, welche der Versammlung beiwohnten, schienen Lust zu haben, die beliebten Beweismittel der streitenden Kirche, Tortur und Scheiterhaufen, im neunzehnten Jahrhundert auf die Anhänger Darwin's, die „Affen-Theoretiker" anzuwenden. Auch würde wohl der Heilige evangelische Oberkirchenrath in Berlin, der heute vor unseren erstaunten Augen das mittelalterliche Schauspiel der Ketzergerichte erneuert, dazu ebenso bereitwillig seinen Segen gegeben haben, wie der Unfehlbare katholische Kirchenvater in Rom. Ist doch die Ignoranz und der Haß gegen die freie wissenschaftliche Forschung hier wie dort von derselben Art!

Wenn wir uns heute erlauben, an jenes Stettiner Erlebniß zu erinnern, so geschieht es, um die damals herrschende Beurtheilung des Darwinismus mit seiner heutigen Geltung zu vergleichen; und da dürfen wir denn wohl über den gewaltigen, im letzten Decennium erfolgten Umschwung unsere volle Genugthuung aussprechen. Was vor zehn Jahren noch von der großen Mehrzahl der Biologen, der zunächst competenten Richter, bestritten wurde, ist heute von der großen Mehrzahl derselben anerkannt. Die „unbewiesene Hypothese Darwin's" hat sich zu einer unumstößlich begründeten Theorie emporgebildet; der „geistreiche Traum" hat sich als sonnenklare Wahrheit herausgestellt; und aus dem „leeren Schwindel" des „bodenlosen Phantasie-Gebäudes" hat sich das causale Verständniß der wichtigsten biologischen Erscheinungen entwickelt. Fast jede zoologische und botanische Arbeit, welche das Gebiet der Morphologie (Anatomie und Entwickelungsgeschichte) berührt, muß gern oder ungern sich mit der Descendenz-Theorie beschäftigen, und jede morphologische Arbeit, welche ein wahres Verständniß der Form-Erscheinungen anstrebt, kann überhaupt ohne die Abstammungslehre nicht tiefer in dasselbe eindringen. Die Stammesgeschichte oder Phylogenie, der noch vor wenigen Jahren selbst von manchen Darwinisten die Lebensfähigkeit abgesprochen wurde, lebt, wächst und gedeiht als selbstständiger Zweig der Biologie, und die Ontogenie

oder Keimesgeschichte wird den Beistand dieser jüngeren Schwester bald nicht mehr entbehren können. Was aber vielleicht noch überzeugender, als diese erfreulichen positiven Erfolge der Entwickelungs-Theorie für ihre volle Wahrheit Zeugniß ablegt, das ist die vollständige negative Impotenz ihrer Feinde. Kein einziger Gegner ist im Stande gewesen, irgend einen erheblichen Einwand gegen die Theorie vorzubringen oder irgend eine haltbare Hypothese über „die Entstehung der Arten" an ihre Stelle zu setzen.

Nicht minder erfreulich ist es, daß endlich auch die speculative Philosophie die unermeßliche Bedeutung zu würdigen beginnt, welche die Entwickelungslehre im Allgemeinen und ihre Anwendung auf den Menschen im Besonderen besitzt. Welcher Erfolg hier noch den Philosophen der Zukunft bevorsteht, beweisen die beiden berühmten Werke von Strauß und von Hartmann, die beide kürzlich in vierter Auflage erschienen sind. „Der alte und der neue Glaube" von David Friedrich Strauß, der fast in vier Monaten vier Auflagen erlebte, enthält die freie und unumwundene Anerkennung der Consequenzen, welche die Philosophie der Entwickelung — und die Descendenz-Theorie als deren wichtigster Bestandtheil — über das allgemeine Gebiet der wissenschaftlichen Erkenntniß hinaus in dem besonderen Bezirke der persönlichen religiösen Ueberzeugungen nach den Gesetzen der Logik verlangt. Zunächst ist dieses Darwinistische Glaubensbekenntniß des berühmten Theologen gleich Darwin's fundamentalem Werk über die Entstehung der Arten mit einem Hagel von Geschossen überschüttet worden, die entweder gar nicht trafen, oder wirkungslos abprallten. In einem der heftigsten Angriffe, welcher in mehreren Zeitschriften reproducirt wurde, war angeführt, daß auch die vorgeschrittensten Affen-Theoretiker und die eifrigsten Bewunderer Darwin's in Deutschland die Bundesgenossenschaft von Strauß mit Hohn zurückwiesen, und hierbei war mein Name als Beispiel genannt. Das war nun einfache Unwahrheit; denn ich habe mich bisher bei keiner Gelegenheit über Strauß's Buch ausgesprochen. Da ich jedoch solchergestalt zu einem Urtheil

über daſſelbe herausgefordert bin, und da überdem jetzt von allen Seiten die verſchiedenſten „Bekenntniſſe" ſich entgegentreten, ſo ſtehe ich nicht an, auch meinerſeits mein perſönliches Bekenntniß abzulegen und meine volle Zuſtimmung zu dem „neuen Glauben" von Strauß zu erklären. Auch ich gehöre zu den zahlloſen „Wir", in deren Namen Strauß das Wort ergriffen hat und das Meiſte in ſeinem Buche iſt auch meine Ueberzeugung. Daſſelbe kann ich von zahlreichen anderen mir befreundeten Naturforſchern behaupten, wenn dieſe auch aus verſchiedenen Gründen ein offenes Bekenntniß des „neuen Glaubens" vermeiden. Unter dieſen Naturforſchern aber befinden ſich Männer, von denen jeder Einzelne durch ſeine Verbindung von Verſtandsſchärfe und Gemüthstiefe, Naturverſtändniß und Menſchenkenntniß ein ganzes Tauſend Gegner von Strauß aufwiegt.

Was die berühmte „Philoſophie des Unbewußten" von Hartmann betrifft, ſo habe ich in den früheren Auflagen der Schöpfungsgeſchichte die nahe liegende Berührung derſelben vermieden, weil unmöglich in wenigen Worten darüber abgeurtheilt werden kann. Dieſes merkwürdige Buch enthält einerſeits ſo viel neue vortreffliche Bemerkungen und tiefe Ideen, anderſeits aber leider auch ſo viel naturwiſſenſchaftliche Irrthümer und namentlich biologiſche Fehler, daß ohne eine ſehr gründliche und eingehende Kritik ein gerechtes Urtheil gar nicht möglich iſt. Inzwiſchen iſt nun eine ſolche ausführliche Kritik von einem anonymen Verfaſſer erſchienen: „Das Unbewußte vom Standpunkte der Phyſiologie und Deſcendenz-Theorie" (Berlin 1872). Dieſe ausgezeichnete Schrift ſagt im Weſentlichen Alles, was ich ſelbſt über die Philoſophie des Unbewußten den Leſern der Schöpfungsgeſchichte hätte ſagen können und ich kann daher diejenigen unter ihnen, die ſich dafür intereſſiren, einfach darauf verweiſen. Der anonyme Kritiker weiſt überzeugend nach (was alle die zahlreichen Recenſenten der „Philoſophie des Unbewußten" überſehen hatten), daß dieſes Buch aus zwei ganz zuſammenhangsloſen und theilweiſe ſich widerſprechenden Stücken zuſammengeſetzt iſt; das eine Stück (vorzüglich Abſchnitt A) „behandelt alle

vorkommenden Probleme ohne jede Rücksicht auf die Descendenz-Theorie, während dieselben einzig und allein von dem Standpunkt der Descendenz-Theorie aus richtig gestellt und annähernd gelöst werden können." Das andere Stück hingegen (vorzüglich Abschnitt C) stellt sich geradezu auf den Boden der Abstammungslehre, und zeigt, wie nur durch diese eine richtige Stellung und Lösung der höchsten philosophischen Probleme möglich ist. Nun wird aber gerade durch die Descendenz-Theorie und ihre Anwendung auf den Menschen das Unbewußte selbst, wie es Hartmann als oberstes *metaphysisches* Prinzip aufstellt, theils eliminirt, theils auf das physiologisch (also mechanisch) erklärbare Unbewußte zurückgeführt. Denn, wie der anonyme Kritiker sehr richtig bemerkt, „confundirt die Philosophie des Unbewußten unter diesem, den ganzen dunklen Urgrund des Lebens zusammenfassenden Ausdruck — *das Unbewußte*" — *eine Menge der verschiedenartigsten Dinge*, welche nothwendig einer sondernden Analyse bedürfen. Es fällt das Unbewußte, insofern es als Subjekt der teleologischen Eingriffe gedacht wird." Es bleibt das Unbewußte, insofern es als mechanisches Prinzip in monistischem Sinne von der Biologie zu verwerthen ist. Hartmann's Lehrgebäude des Unbewußten *als Ganzes* fällt unter dieser Kritik zusammen; es bleiben aber und werden reiche Früchte tragen die vielen „naturwissenschaftlich werthvollen und folgenschweren Gedankenkeime", welche zwischen vielen unbrauchbaren metaphysischen Speculationen darin versteckt sind.

Jedenfalls können die „exakten" Naturforscher, welche gegenwärtig mit so bornirtem Stolze auf die Philosophie überhaupt herunter sehen, von der Philosophie des Unbewußten (besonders im Vergleich mit den ausgezeichneten, schon früher von uns angelegentlich empfohlenen philosophischen Schriften von *Herbert Spencer*, „First Principles" etc.[45]) zweierlei lernen: erstens, wie unerläßlich *die beständige Wechselwirkung der Empirie und Philosophie*, die innige Durchdringung von Beobachtung und Reflexion ist, und zweitens, wie unendlich werthvoll für diese stets anzustre-

darbietet, weil bei ihr die morphologiſchen Verhältniſſe eine ganz überwiegende Bedeutung beſitzen, das phyſiologiſche Intereſſe dagegen zurücktritt, und weil alle Species von Kalkſchwämmen ſich durch eine ungewöhnlich ſtarke Flüſſigkeit und Biegſamkeit ihrer Form auszeichnen. Mit Rückſicht auf dieſe Verhältniſſe unternahm ich zwei Reiſen an die Meeresküſte (1869 nach Norwegen, 1871 nach Dalmatien), um möglichſt große Maſſen von Individuen in ihren natürlichen Verhältniſſen zu unterſuchen und zur Vergleichung zu ſammeln. Von vielen Arten habe ich mehrere Hundert Individuen auf das Sorgfältigſte verglichen. Von allen Species habe ich die geſammten Formverhältniſſe auf das Genaueſte mikroſkopiſch unterſucht und gemeſſen. Als End-Reſultat dieſer mühſeligen Unterſuchungen und tauſendfältigen Meſſungen ergab ſich, daß „gute Arten" (bonae species) im gewöhnlichen dogmatiſchen Sinne der Schule bei den Kalkſchwämmen überhaupt nicht exiſtiren, daß die verſchiedenſten Formen durch zahlloſe allmähliche Uebergänge mit einander verknüpft ſind, und daß alle verſchiedenen Arten von Calciſpongien von einer einzigen höchſt einfachen Stammform, dem Olynthus abſtammen. Eine Abbildung des Olynthus und ſeiner früheſten Entwickelungs-Zuſtände (beſonders der außerordentlich wichtigen Gaſtrula) habe ich auf der XVI. Tafel zur vorliegenden vierten Auflage gegeben. Abbildungen von ſämmtlichen Form-Verhältniſſen, welche die Abſtammung aller Calciſpongien vom Olynthus erläutern, finden ſich in dem Atlas von ſechzig Tafeln, welcher die Monographie der Kalkſchwämme begleitet. In der Gaſtrula iſt jetzt zugleich die gemeinſame Stammform gefunden, von welcher ſich alle Thierſtämme (nur die niederſte Gruppe der Urthiere ausgenommen) ohne Schwierigkeit ableiten laſſen. Sie gehört zu den älteſten und wichtigſten Vorfahren des Menſchengeſchlechts!

Wenn man aus der in der Syſtematik üblichen Praxis ſich einen Durchſchnitts-Maßſtab für die Begriffe von Genus und Species bildet und dieſen auf die ſämmtlichen bisher bekannten Kalkſchwämme anwendet, ſo kann man unter denſelben ungefähr

21 Gattungen mit 111 Arten unterſcheiden (wie das im natürlichen Syſtem des zweiten Bandes der Monographie geſchehen iſt). Ich habe aber gezeigt, daß man neben dieſem Syſtem auch noch ein zweites (näher an das bisherige Syſtem der Calciſpongien ſich anſchließendes) Syſtem aufſtellen kann, welches 39 Genera und 289 Species enthält. Ein Syſtematiker, welcher dem Species-Begriff eine engere Ausdehnung giebt, könnte dieſelbe Formen-Maſſe auf 43 Gattungen und 381 Arten oder gar auf 133 Genera und 591 Species vertheilen; ein anderer Syſtematiker hingegen, der den Species-Begriff weiter faßt, brauchte in derſelben Formen-Maſſe nur 3 Gattungen mit 21 Arten oder auch nur eine einzige Gattung mit 7 Arten zu unterſcheiden. Die Abgrenzung der Species und Genera erſcheint bei den zahlloſen Varietäten und Uebergangs-Formen in dieſer Gruppe eben ſo willkürlich, daß ſie vollkommen dem ſubjektiven Geſchmacke des einzelnen Syſtematikers überlaſſen bleibt. In Wirklichkeit erſcheint ja auch vom Standpunkte der Entwickelungs-Theorie die Frage, ob man den verwandten Formen-Gruppen einen weiteren oder engeren Umfang geben, ob man ſie als Genera oder Species, als Varietäten oder Subſpecies auffaſſen will, völlig gleichgültig. Die Hauptſache, der gemeinſame Urſprung aller Arten aus einer Stammform, bleibt erwieſen. Die vielgeſtaltigen Kalkſchwämme liefern aber auch außerdem dafür in dem höchſt merkwürdigen Verhältniſſe der Metrocormie einen direkten Beweis, wie er nicht ſchlagender gedacht werden kann. Es tritt hier gar nicht ſelten der Fall ein, daß aus einem einzigen Stocke oder Cormus mehrere verſchiedene Formen hervorwachſen, welche bisher in dem Syſteme als ganz verſchiedene Species, ja ſogar als verſchiedene Genera angeſehen worden waren. Figur 10 der Tafel XVI ſtellt einen ſolchen metrocormotiſchen Stock dar. Dieſer handgreifliche Beweis für die gemeinſame Deſcendenz verſchiedener Species ſollte doch wohl dem ärgſten Zweifler genügen!

In der That darf ich jetzt wohl von meinen Gegnern erwarten, daß ſie den hier gelieferten „exakt empiriſchen Beweis“ berück-

sichtigen, den sie so eifrig verlangt haben. Diejenigen Gegner der Abstammungslehre, welche zu wenig Urtheilsfähigkeit oder zu wenig Kenntnisse besitzen, um die überzeugende Beweiskraft der *synthetischen* Argumente (der vergleichenden Anatomie, Ontogenie, Systematik u. s. w.) zu würdigen, mögen mir auf die Bahn des *analytischen* Beweises folgen und die Darstellung widerlegen, welche ich von der gemeinsamen Abstammung aller Kalkschwamm-Arten in meiner Monographie gegeben habe. Ich muß aber wiederholen, daß diese Darstellung sich auf die genaueste Untersuchung eines außerordentlich reichen empirischen Materials stützt, daß sie durch Tausende der sorgfältigsten mikroskopischen Beobachtungen, Messungen und Vergleichungen aller einzelnen Theile fest begründet ist, und daß Tausende von gesammelten mikroskopischen Präparaten jeden Augenblick die schärfste kritische Kontrole meiner Angaben gestatten. Möge man doch versuchen, mich auf dem Boden dieser „exakten Empirie" anzugreifen, statt meine „naturphilosophischen Speculationen" zu verdammen, und möge man den Beweis zu führen versuchen, daß diese letzteren nicht naturgemäß aus jenen ersteren unmittelbar folgen. Möge man mich aber mit der leeren, auch von angesehenen Naturforschern noch oft wiederholten Phrase verschonen, daß die monistische Natur-Philosophie, wie sie in der generellen Morphologie und der natürlichen Schöpfungsgeschichte auf dem Fundamente der Descendenz-Theorie begründet ist, der thatsächlichen Beweise entbehre. Die Beweise sind da; wer sich allerdings vor denselben die Augen zuhält, wird sie natürlich nicht sehen. Gerade jene „exakte" Form des analytischen Beweises, wie sie die Gegner der Descendenz-Theorie verlangen, findet Jeder, der sie finden will, in der Monographie der Kalkschwämme.

Jena, am 24ten Juni 1873.

Ernst Heinrich Haeckel.

Die Natur.

Natur! Wir ſind von ihr umgeben und umſchlungen — unvermögend aus ihr herauszutreten, und unvermögend, tiefer in ſie hinein zu kommen. Ungebeten und ungewarnt nimmt ſie uns in den Kreislauf ihres Tanzes auf und treibt ſich mit uns fort, bis wir ermüdet ſind und ihrem Arme entfallen.

Sie ſchafft ewig neue Geſtalten; was da iſt, war noch nie; was war, kommt nicht wieder: Alles iſt neu und doch immer das Alte.

Sie ſcheint alles auf Individualität angelegt zu haben, und macht ſich Nichts aus den Individuen. Sie baut immer und zerſtört immer, und ihre Werkſtätte iſt unzugänglich.

Sie lebt in lauter Kindern; und die Mutter, wo iſt ſie? Sie iſt die einzige Künſtlerin: aus dem ſimpelſten Stoffe zu den größten Contraſten; ohne Schein der Anſtrengung zu der größten Vollendung; zur genaueſten Beſtimmtheit, immer mit etwas Weichem überzogen. Jedes ihrer Werke hat ein eigenes Weſen, jede ihrer Erſcheinungen den iſolirteſten Begriff, und doch macht alles Eins aus.

Es iſt ein ewiges Leben, Werden und Bewegen in ihr, und doch rückt ſie nicht weiter. Sie verwandelt ſich ewig, und iſt kein Moment Stillſtehen in ihr. Für's Bleiben hat ſie keinen Begriff, und ihren Fluch hat ſie an's Stillſtehen gehängt. Sie iſt feſt: ihr Tritt iſt gemeſſen, ihre Ausnahmen ſelten, ihre Geſetze unwandelbar.

Sie läßt jedes Kind an ihr künſteln, jeden Thoren über ſie richten, tauſende ſtumpf über ſie hingehen und nichts ſehen, und hat an allen ihre Freude und findet bei allen ihre Rechnung.

Man gehorcht ihren Geſetzen, auch wenn man ihnen widerſtrebt; man wirkt mit ihr, auch wenn man gegen ſie wirken will. Sie macht Alles, was ſie giebt, zur Wohlthat; denn ſie macht es erſt unentbehrlich. Sie ſäumt, daß man ſie verlange; ſie eilt, daß man ſie nicht ſatt werde.

Sie hat keine Sprache noch Rede, aber ſie ſchafft Zungen und Herzen, durch die ſie fühlt und ſpricht. Ihre Krone iſt die Liebe; nur durch ſie kommt man ihr nahe. Sie macht Klüfte zwiſchen allen Weſen, und Alles will ſie verſchlingen. Sie hat alles iſolirt, um alles zuſammen zu ziehen. Durch ein paar Züge aus dem Becher der Liebe hält ſie für ein Leben voll Mühe ſchadlos.

Sie iſt alles. Sie belohnt ſich ſelbſt und beſtraft ſich ſelbſt, erfreut und quält ſich ſelbſt. Sie iſt rauh und gelinde, lieblich und ſchrecklich, kraftlos und allgewaltig. Alles iſt immer da in ihr. Vergangenheit und Zukunft kennt ſie nicht. Gegenwart iſt ihr Ewigkeit. Sie iſt gütig. Ich preiſe ſie mit allen ihren Werken. Sie iſt weiſe und ſtill. Man reißt ihr keine Erklärung vom Leibe, trutzt ihr kein Geſchenk ab, das ſie nicht freiwillig giebt. Sie iſt liſtig, aber zu gutem Ziele, und am beſten iſt's, ihre Liſt nicht zu merken.

Sie iſt ganz, und doch immer unvollendet. So wie ſie's treibt, kann ſie's immer treiben. Jedem erſcheint ſie in einer eigenen Geſtalt. Sie verbirgt ſich in tauſend Namen und Termen, und iſt immer dieſelbe.

Sie hat mich hereingeſtellt, ſie wird mich auch herausführen. Ich vertraue mich ihr. Sie mag mit mir ſchalten; ſie wird ihr Werk nicht haſſen. Ich ſprach nicht von ihr: nein, was wahr iſt und was falſch iſt, alles hat ſie geſprochen. Alles iſt ihre Schuld, alles iſt ihr Verdienſt.

Goethe (1780).

Natürliche
Schöpfungsgeschichte
oder
wissenschaftliche Entwickelungslehre.

„Nach ewigen ehernen
„Großen Geſetzen
„Müſſen wir Alle
„Unſeres Daſeins
„Kreiſe vollenden!“

Goethe.

Erſter Vortrag.

Inhalt und Bedeutung der Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie.

Allgemeine Bedeutung und weſentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie. Beſondere Bedeutung derſelben für die Biologie (Zoologie und Botanik). Beſondere Bedeutung derſelben für die natürliche Entwickelungsgeſchichte des Menſchengeſchlechts. Die Abſtammungslehre als natürliche Schöpfungsgeſchichte. Begriff der Schöpfung. Wiſſen und Glauben. Schöpfungsgeſchichte und Entwickelungsgeſchichte. Zuſammenhang der individuellen und paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte. Unzweckmäßigkeitslehre oder Wiſſenſchaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüſſige Einrichtungen im Organismus. Gegenſatz der beiden grundverſchiedenen Weltanſchauungen, der moniſtiſchen (mechaniſchen, cauſalen) und der dualiſtiſchen (teleologiſchen, vitalen). Begründung der erſteren durch die Abſtammungslehre. Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur, und Gleichheit der wirkenden Urſachen in Beiden. Bedeutung der Abſtammungslehre für die einheitliche (moniſtiſche) Auffaſſung der ganzen Natur.

Meine Herren! Die geiſtige Bewegung, zu welcher der engliſche Naturforſcher Charles Darwin vor fünfzehn Jahren durch ſein berühmtes Werk „über die Entſtehung der Arten“ [1]) den Anſtoß gab, hat während dieſes kurzen Zeitraums einen Umfang angenommen, der die allgemeinſte Theilnahme erregen muß. Allerdings iſt die in jenem Werke dargeſtellte naturwiſſenſchaftliche Theorie, welche man gewöhnlich kurzweg die Darwin'ſche Theorie oder den Darwinismus nennt, nur ein geringer Bruchtheil einer viel umfaſſenderen Lehre,

nämlich der univerſalen Entwickelungs-Theorie, welche ihre unermeßliche Bedeutung über das ganze Gebiet aller menſchlichen Wiſſenſchaft erſtreckt. Allein die Art und Weiſe, in welcher Darwin die letztere durch die erſtere feſt begründet hat, iſt ſo überzeugend, und die entſcheidende Wendung, welche durch die nothwendigen Folgeſchlüſſe jener Theorie in der geſammten Weltanſchauung der Menſchheit angebahnt worden iſt, muß jedem tiefer denkenden Menſchen ſo gewaltig erſcheinen, daß man ihre allgemeine Bedeutung nicht hoch genug anſchlagen kann. Ohne Zweifel muß dieſe ungeheuere Erweiterung unſeres menſchlichen Geſichtskreiſes unter allen den zahlreichen und großartigen Fortſchritten, welche die Naturwiſſenſchaft in unſerer Zeit gemacht hat, als der bei weitem folgenreichſte und wichtigſte angeſehen werden.

Wenn man unſer Jahrhundert mit Recht das Zeitalter der Naturwiſſenſchaften nennt, wenn man mit Stolz auf die unermeßlich bedeutenden Fortſchritte in allen Zweigen derſelben blickt, ſo pflegt man dabei gewöhnlich weniger an die Erweiterung unſerer allgemeinen Naturerkenntniß, als vielmehr an die unmittelbaren praktiſchen Erfolge jener Fortſchritte zu denken. Man erwägt dabei die völlige und unendlich folgenreiche Umgeſtaltung des menſchlichen Verkehrs, welche durch das entwickelte Maſchinenweſen, durch die Eiſenbahnen, Dampfſchiffe, Telegraphen und andere Erfindungen der Phyſik hervorgebracht worden iſt. Oder man denkt an den ungeheuren Einfluß, welchen die Chemie in der Heilkunſt, in der Landwirthſchaft, in allen Künſten und Gewerben gewonnen hat. Wie hoch Sie aber auch dieſen Einfluß der neueren Naturwiſſenſchaft auf das praktiſche Leben anſchlagen mögen, ſo muß derſelbe, von einem höheren und allgemeineren Standpunkt aus gewürdigt, doch unbedingt hinter dem ungeheuren Einfluß zurückſtehen, welchen die theoretiſchen Fortſchritte der heutigen Naturwiſſenſchaft auf die geſammte Erkenntniß des Menſchen, auf ſeine ganze Weltanſchauung und die Vervollkommnung ſeiner Bildung nothwendig gewinnen werden. Denken Sie nur an den unermeßlichen Umſchwung aller unſerer theoretiſchen Anſchauungen, welchen wir der allgemeinen Anwendung des Mikroſkops verdanken. Denken Sie

allein an die Zellentheorie, die uns die ſcheinbare Einheit des menſchlichen Organismus als das zuſammengeſetzte Reſultat aus der ſtaatlichen Verbindung einer Maſſe elementarer Lebenseinheiten, der Zellen, nachweiſt. Oder erwägen Sie die ungeheure Erweiterung unſeres theoretiſchen Geſichtskreiſes, welche wir der Spektral-Analyſe und der Lehre von der Wärme-Mechanik verdanken. Unter allen dieſen bewunderungswürdigen theoretiſchen Fortſchritten nimmt aber jedenfalls die von Darwin ausgebildete Theorie bei weitem den höchſten Rang ein.

Jeder von Ihnen wird den Namen Darwins gehört haben. Aber die Meiſten von Ihnen werden wahrſcheinlich nur unvollkommene Vorſtellungen von dem eigentlichen Werthe ſeiner Lehre beſitzen. Denn wenn man Alles vergleicht, was ſeit dem Erſcheinen von Darwins epochemachendem Werk über daſſelbe geſchrieben worden iſt, ſo muß demjenigen, der ſich nicht näher mit den organiſchen Naturwiſſenſchaften befaßt hat, der nicht in die inneren Geheimniſſe der Zoologie und Botanik eingedrungen iſt, der Werth jener Theorie ſehr zweifelhaft erſcheinen. Die Beurtheilung derſelben iſt ſo widerſpruchsvoll, größtentheils ſo mangelhaft, daß es uns nicht Wunder nehmen darf, wenn noch jetzt, fünfzehn Jahre nach dem Erſcheinen von Darwins Werk, daſſelbe nicht entfernt die Bedeutung erlangt hat, welche ihm von Rechtswegen gebührt, und welche es jedenfalls früher oder ſpäter erlangen wird. Die allermeiſten von den zahlloſen Schriften, welche für und gegen den Darwinismus während dieſes Zeitraums veröffentlicht wurden, ſind von Leuten geſchrieben worden, denen der dazu erforderliche Grad von biologiſcher, und beſonders von zoologiſcher Bildung durchaus fehlt. Obwohl faſt alle bedeutenderen Naturforſcher der Gegenwart jetzt zu den Anhängern jener Theorie gehören, haben doch nur wenige derſelben Geltung und Verſtändniß in weiteren Kreiſen zu verſchaffen geſucht. Daher rühren die befremdenden Widerſprüche und die ſeltſamen Urtheile, die man noch heute allenthalben über den Darwinismus hören kann. Gerade dieſer Umſtand iſt es, welcher mich vorzugsweiſe beſtimmt, die Darwinſche Theorie

und die damit zusammenhängenden weiteren Lehren zum Gegenstand dieser allgemein verständlichen Vorträge zu machen. Ich halte es für die Pflicht der Naturforscher, daß sie nicht allein in dem engeren Kreise, den ihre Fachwissenschaft ihnen vorschreibt, auf Verbesserungen und Entdeckungen sinnen, daß sie sich nicht allein in das Studium des Einzelnen mit Liebe und Sorgfalt vertiefen, sondern daß sie auch die wichtigen, allgemeinen Resultate ihrer besonderen Studien für das Ganze nutzbar machen, und daß sie naturwissenschaftliche Bildung im ganzen Volke verbreiten helfen. Der höchste Triumph des menschlichen Geistes, die wahre Erkenntniß der allgemeinsten Naturgesetze, darf nicht das Privateigenthum einer privilegirten Gelehrtenkaste bleiben, sondern muß Gemeingut der ganzen Menschheit werden.

Die Theorie, welche durch Darwin an die Spitze unserer Naturerkenntniß gestellt worden ist, pflegt man gewöhnlich als Abstammungslehre oder Descendenztheorie zu bezeichnen. Andere nennen sie Umbildungslehre oder Transmutationstheorie. Beide Bezeichnungen sind richtig. Denn diese Lehre behauptet, daß alle verschiedenen Organismen (d. h. alle Thierarten und alle Pflanzenarten, welche jemals auf der Erde gelebt haben, und noch jetzt leben), von einer einzigen oder von wenigen höchst einfachen Stammformen abstammen, und daß sie sich aus diesen auf dem natürlichen Wege allmählicher Umbildung entwickelt haben. Obwohl diese Entwickelungstheorie schon im Anfange unseres Jahrhunderts von verschiedenen großen Naturforschern, insbesondere von Lamarck[2]) und Goethe[3]) aufgestellt und vertheidigt wurde, hat sie doch erst vor fünfzehn Jahren durch Darwin ihre vollständige Ausbildung und ihre ursächliche Begründung erfahren, und das ist der Grund, weshalb sie jetzt gewöhnlich ausschließlich (obwohl nicht ganz richtig) als Darwin's Theorie bezeichnet wird.

Der hohe und wirklich unschätzbare Werth der Abstammungslehre erscheint in einem verschiedenen Lichte, je nachdem Sie bloß deren nähere Bedeutung für die organische Naturwissenschaft, oder

aber ihren weiteren Einfluß auf die gesammte Welterkenntniß des Menschen in Betracht ziehen. Die organische Naturwissenschaft oder die Biologie, welche als Zoologie die Thiere, als Botanik die Pflanzen zum Gegenstand ihrer Erkenntniß hat, wird durch die Abstammungslehre von Grund aus umgestaltet und neu begründet. Denn die Descendenztheorie macht uns mit den wirkenden Ursachen der organischen Formerscheinungen bekannt, während die bisherige Thier- und Pflanzenkunde sich bloß mit den Thatsachen dieser Erscheinungen beschäftigte. Man kann daher auch die Abstammungslehre als die mechanische Erklärung der organischen Formerscheinungen, oder als „die Lehre von den wahren Ursachen in der organischen Natur" bezeichnen.

Da ich nicht voraussetzen kann, daß Ihnen Allen die Ausdrücke „organische und anorganische Natur" geläufig sind, und da uns die Gegenüberstellung dieser beiderlei Naturkörper in der Folge noch vielfach beschäftigen wird, so muß ich ein paar Worte zur Verständigung darüber vorausschicken. Organismen oder organische Naturkörper nennen wir alle Lebewesen oder belebten Körper, also alle Pflanzen und Thiere, den Menschen mit inbegriffen, weil bei ihnen fast immer eine Zusammensetzung aus verschiedenartigen Theilen (Werkzeugen oder „Organen") nachzuweisen ist, welche zusammenwirken, um die Lebenserscheinungen hervorzubringen. Eine solche Zusammensetzung vermissen wir dagegen bei den Anorganen oder anorganischen Naturkörpern, den sogenannten todten oder unbelebten Körpern, den Mineralien oder Gesteinen, dem Wasser, der atmosphärischen Luft u. s. w. Die Organismen enthalten stets eiweißartige Kohlenstoffverbindungen in festflüssigem Aggregatzustande, während diese den Anorganen stets fehlen. Auf diesem wichtigen Unterschiede beruht die Eintheilung der gesammten Naturwissenschaft in zwei große Hauptabtheilungen, die Biologie oder Wissenschaft von den Organismen (Zoologie und Botanik), und die Anorganologie oder Wissenschaft von den Anorganen (Mineralogie, Geologie, Meteorologie u. s. w.).

Der unschätzbare Werth der Abstammungslehre für die Biologie liegt also, wie bemerkt, darin, daß sie uns die Entstehung der organischen Formen auf mechanischem Wege erklärt, und deren wirkende Ursachen nachweist. So hoch man aber auch mit Recht dieses Verdienst der Descendenztheorie anschlagen mag, so tritt dasselbe doch fast zurück vor der unermeßlichen Bedeutung, welche eine einzige nothwendige Folgerung derselben für sich allein in Anspruch nimmt. Diese nothwendige und unvermeidliche Folgerung ist die Lehre von der thierischen Abstammung des Menschengeschlechts.

Die Bestimmung der Stellung des Menschen in der Natur und seiner Beziehungen zur Gesammtheit der Dinge, diese Frage aller Fragen für die Menschheit, wie sie Huxley[26]) mit Recht nennt, wird durch jene Erkenntniß der thierischen Abstammung des Menschengeschlechts endgültig gelöst. Wir gelangen also in Folge der von Darwin reformirten Descendenztheorie zum ersten Male in die Lage, eine natürliche Entwickelungsgeschichte des Menschengeschlechts wissenschaftlich begründen zu können. Sowohl alle Vertheidiger, als alle denkenden Gegner Darwins haben anerkannt, daß die Abstammung des Menschengeschlechts zunächst von affenartigen Säugethieren, weiterhin aber von niederen Wirbelthieren, mit Nothwendigkeit aus seiner Theorie folgt.

Allerdings hat Darwin diese wichtigste von allen Folgerungen seiner Lehre nicht sofort selbst ausgesprochen. In seinem Werke „von der Entstehung der Arten" findet sich kein Wort von der thierischen Abstammung des Menschen. Der eben so vorsichtige als kühne Naturforscher ging damals absichtlich mit Stillschweigen darüber hinweg, weil er voraussah, daß dieser bedeutendste von allen Folgeschlüssen der Abstammungslehre zugleich das bedeutendste Hinderniß für die Verbreitung und Anerkennung derselben sein werde. Gewiß hätte Darwins Buch von Anfang an noch weit mehr Widerspruch und Aergerniß erregt, wenn sogleich diese wichtigste Konsequenz darin klar ausgesprochen worden wäre. Erst zwölf Jahre später, in dem 1871 erschienenen Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche

Zuchtwahl“[42]) hat Darwin jenen weitreichendſten Folgeſchluß offen anerkannt und ausdrücklich ſeine volle Uebereinſtimmung mit den Naturforſchern erklärt, welche denſelben inzwiſchen ſchon ſelbſt gezogen hatten. Offenbar iſt die Tragweite dieſer Folgerung ganz unermeßlich, und keine Wiſſenſchaft wird ſich den Konſequenzen derſelben entziehen können. Die Anthropologie oder die Wiſſenſchaft vom Menſchen, und in Folge deſſen auch die ganze Philoſophie wird in allen einzelnen Zweigen dadurch von Grund aus umgeſtaltet.

Es wird erſt die ſpätere Aufgabe meiner Vorträge ſein, dieſen beſonderen Punkt zu erörtern. Ich werde die Lehre von der thieriſchen Abſtammung des Menſchen erſt behandeln, nachdem ich Ihnen Darwins Theorie in ihrer allgemeinen Begründung und Bedeutung vorgetragen habe. Um es mit einem Worte auszudrücken, ſo iſt jene äußerſt bedeutende, aber die meiſten Menſchen von vorn herein abſtoßende Folgerung nichts weiter als ein beſonderer Deduktionsſchluß, den wir aus dem ſicher begründeten allgemeinen Induktionsgeſetze der Deſcendenztheorie nach den ſtrengen Geboten der unerbittlichen Logik nothwendig ziehen müſſen.

Vielleicht iſt nichts geeigneter, Ihnen die ganze und volle Bedeutung der Abſtammungslehre mit zwei Worten klar zu machen, als die Bezeichnung derſelben mit dem Ausdruck: „Natürliche Schöpfungsgeſchichte“. Ich habe daher auch ſelbſt dieſe Bezeichnung für die folgenden Vorträge gewählt. Jedoch iſt dieſelbe nur in einem gewiſſen Sinne richtig, und es iſt zu berückſichtigen, daß, ſtreng genommen, der Ausdruck „natürliche Schöpfungsgeſchichte“ einen inneren Widerſpruch, eine „Contradictio in adjecto“ einſchließt.

Laſſen Sie uns, um dies zu verſtehen, einen Augenblick den Begriff der Schöpfung etwas näher ins Auge faſſen. Wenn man unter Schöpfung die Entſtehung eines Körpers durch eine ſchaffende Gewalt oder Kraft verſteht, ſo kann man dabei entweder an die Entſtehung ſeines Stoffes (der körperlichen Materie) oder an die Entſtehung ſeiner Form (der körperlichen Geſtalt) denken.

Die Schöpfung im erſteren Sinne, als die *Entſtehung der Materie*, geht uns hier gar nichts an. Dieſer Vorgang, wenn er überhaupt jemals ſtattgefunden hat, iſt gänzlich der menſchlichen Erkenntniß entzogen, und kann daher auch niemals Gegenſtand naturwiſſenſchaftlicher Erforſchung ſein. Die Naturwiſſenſchaft hält die Materie für ewig und unvergänglich, weil durch die Erfahrung noch niemals das Entſtehen oder Vergehen auch nur des kleinſten Theilchens der Materie nachgewieſen worden iſt. Da wo ein Naturkörper zu verſchwinden ſcheint, wie z. B. beim Verbrennen, beim Verweſen, beim Verdunſten u. ſ. w., da ändert er nur ſeine Form, ſeinen phyſikaliſchen Aggregatzuſtand oder ſeine chemiſche Verbindungsweiſe. Ebenſo beruht das Entſtehen eines neuen Naturkörpers, z. B. eines Kryſtalles, eines Pilzes, eines Infuſoriums, nur darauf, daß verſchiedene Stofftheilchen, welche vorher in einer gewiſſen Form oder Verbindungsweiſe exiſtirten, in Folge von veränderten Exiſtenz-Bedingungen eine neue Form oder Verbindungsweiſe annehmen. Aber noch niemals iſt ein Fall beobachtet worden, daß auch nur das kleinſte Stofftheilchen aus der Welt verſchwunden, oder nur ein Atom zu der bereits vorhandenen Maſſe hinzugekommen iſt. Der Naturforſcher kann ſich daher ein Entſtehen der Materie ebenſo wenig als ein Vergehen derſelben vorſtellen, und betrachtet deshalb die in der Welt beſtehende Quantität der Materie als eine gegebene Thatſache. Fühlt Jemand das Bedürfniß, ſich die Entſtehung dieſer Materie als die Wirkung einer übernatürlichen Schöpfungsthätigkeit, einer außerhalb der Materie ſtehenden ſchöpferiſchen Kraft vorzuſtellen, ſo haben wir nichts dagegen. Aber wir müſſen bemerken, daß damit auch nicht das Geringſte für eine wiſſenſchaftliche Naturerkenntniß gewonnen iſt. Eine ſolche Vorſtellung von einer immateriellen Kraft, welche die Materie erſt ſchafft, iſt ein Glaubensartikel, welcher mit der menſchlichen Wiſſenſchaft gar nichts zu thun hat. *Wo der Glaube anfängt, hört die Wiſſenſchaft auf.* Beide Thätigkeiten des menſchlichen Geiſtes ſind ſcharf von einander zu halten. Der Glaube hat ſeinen Urſprung in der dichtenden Einbildungskraft, das Wiſſen

dagegen in dem erkennenden Verstande des Menschen. Die Wissenschaft hat die segenbringenden Früchte von dem Baume der Erkenntniß zu pflücken, unbekümmert darum, ob diese Eroberungen die dichterischen Einbildungen der Glaubenschaft beeinträchtigen oder nicht.

Wenn also die Naturwissenschaft sich die „natürliche Schöpfungsgeschichte" zu ihrer höchsten, schwersten und lohnendsten Aufgabe macht, so kann sie den Begriff der Schöpfung nur in der zweiten, oben angeführten Bedeutung verstehen, als die Entstehung der Form der Naturkörper. In dieser Beziehung kann man die Geologie, welche die Entstehung der geformten anorganischen Erdoberfläche und die mannichfaltigen geschichtlichen Veränderungen in der Gestalt der festen Erdrinde zu erforschen strebt, die Schöpfungsgeschichte der Erde nennen. Ebenso kann man die Entwickelungsgeschichte der Thiere und Pflanzen, welche die Entstehung der belebten Formen, und den mannichfaltigen historischen Wechsel der thierischen und pflanzlichen Gestalten untersucht, die Schöpfungsgeschichte der Organismen nennen. Da jedoch leicht in den Begriff der Schöpfung, auch wenn er in diesem Sinne gebraucht wird, sich die unwissenschaftliche Vorstellung von einem außerhalb der Materie stehenden und dieselbe umbildenden Schöpfer einschleicht, so wird es in Zukunft wohl besser sein, denselben durch die strengere Bezeichnung der Entwickelung zu ersetzen.

Der hohe Werth, welchen die Entwickelungsgeschichte für das wissenschaftliche Verständniß der Thier- und Pflanzenformen besitzt, ist jetzt seit mehreren Jahrzehnten so allgemein anerkannt, daß man ohne sie keinen sicheren Schritt in der organischen Morphologie oder Formenlehre thun kann. Jedoch hat man fast immer unter Entwickelungsgeschichte nur einen Theil dieser Wissenschaft, nämlich diejenige der organischen Individuen oder Einzelwesen verstanden, welche gewöhnlich Embryologie, richtiger und umfassender aber Ontogenie genannt wird. Außer dieser giebt es aber auch noch eine Entwickelungsgeschichte der organischen Arten, Klassen und Stämme (Phylen), welche zu der ersteren in den wichtigsten Beziehungen steht. Das Material dafür liefert uns die Versteinerungskunde oder Paläonto-

logie, welche uns zeigt, daß jeder Stamm (Phylum) von Thieren und Pflanzen während der verſchiedenen Perioden der Erdgeſchichte durch eine Reihe von ganz verſchiedenen Klaſſen und Arten vertreten war. So war z. B. der Stamm der Wirbelthiere durch die Klaſſen der Fiſche, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere vertreten, und jede dieſer Klaſſen zu verſchiedenen Zeiten durch ganz verſchiedene Arten. Dieſe paläontologiſche Entwickelungsgeſchichte der Organismen, welche man als Stammesgeſchichte oder Phylogenie bezeichnen kann, ſteht in den wichtigſten und merkwürdigſten Beziehungen zu dem andern Zweige der organiſchen Entwickelungsgeſchichte, derjenigen der Individuen oder der Ontogenie. Die letztere läuft der erſteren im Großen und Ganzen parallel. Um es kurz mit einem Satze zu ſagen, ſo iſt die individuelle Entwickelungsgeſchichte oder die Ontogenie eine kurze und ſchnelle, durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung bedingte Wiederholung oder Rekapitulation der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte oder der Phylogenie.

Da ich Ihnen dieſe höchſt intereſſante und bedeutſame Thatſache ſpäter noch ausführlicher zu erläutern habe, ſo will ich mich hier nicht dabei weiter aufhalten, und nur hervorheben, daß dieſelbe einzig und allein durch die Abſtammungslehre erklärt und in ihren Urſachen verſtanden wird, während ſie ohne dieſelbe gänzlich unverſtändlich und unerklärlich bleibt. Die Deſcendenztheorie zeigt uns dabei zugleich, warum überhaupt die einzelnen Thiere und Pflanzen ſich entwickeln müſſen, warum dieſelben nicht gleich in fertiger und entwickelter Form ins Leben treten. Keine übernatürliche Schöpfungsgeſchichte vermag uns das große Räthſel der organiſchen Entwickelung irgendwie zu erklären. Ebenſo wie auf dieſe hochwichtige Frage giebt uns die Deſcendenztheorie auch auf alle anderen allgemeinen biologiſchen Fragen vollkommen befriedigende Antworten, und zwar immer Antworten, welche rein mechaniſch-cauſaler Natur ſind, welche lediglich natürliche, phyſikaliſch-chemiſche Kräfte als die Urſachen von Erſcheinungen nachweiſen, die man früher gewohnt war, der unmittelbaren Einwirkung übernatürlicher, ſchöpferiſcher Kräfte zuzuſchreiben. Mithin wird durch

unſere Theorie aus allen Gebietstheilen der Botanik und Zoologie, und namentlich auch aus dem wichtigſten Theile der letzteren, aus der Anthropologie, der myſtiſche Schleier des Wunderbaren und Uebernatürlichen entfernt, mit welchem man bisher die verwickelten Erſcheinungen dieſer natürlichen Erkenntniß-Gebiete zu verhüllen liebte. Das unklare Nebelbild mythologiſcher Dichtung kann vor dem klaren Sonnenlichte naturwiſſenſchaftlicher Erkenntniß nicht länger beſtehen.

Von ganz beſonderem Intereſſe ſind unter jenen allgemeinen biologiſchen Phänomenen diejenigen, welche zur Widerlegung der gewöhnlichen Annahme dienen, daß jeder Organismus das Produkt einer zweckmäßig bauenden Schöpferkraft ſei. Nichts hat in dieſer Beziehung der früheren Naturforſchung ſo große Schwierigkeiten verurſacht, als die Deutung der ſogenannten „rudimentären Organe", derjenigen Theile im Thier- und Pflanzenkörper, welche eigentlich ohne Leiſtung, ohne phyſiologiſche Bedeutung, und dennoch formell vorhanden ſind. Dieſe Theile verdienen das allerhöchſte Intereſſe, obwohl ſie den meiſten Laien gar nicht oder nur wenig bekannt ſind. Faſt jeder Organismus, faſt jedes Thier und jede Pflanze, beſitzt neben den ſcheinbar zweckmäßigen Einrichtungen ſeiner Organiſation andere Einrichtungen, deren Zweck durchaus nicht einzuſehen iſt.

Beiſpiele davon finden ſich überall. Bei den Embryonen mancher Wiederkäuer, unter Andern bei unſerem gewöhnlichen Rindvieh, ſtehen Schneidezähne im Zwiſchenkiefer der oberen Kinnlade, welche niemals zum Durchbruch gelangen, alſo auch keinen Zweck haben. Die Embryonen mancher Walfiſche, welche ſpäterhin die bekannten Barten ſtatt der Zähne beſitzen, tragen, ſo lange ſie noch nicht geboren ſind und keine Nahrung zu ſich nehmen, dennoch Zähne in ihren Kiefern; auch dieſes Gebiß tritt niemals in Thätigkeit. Ferner beſitzen die meiſten höheren Thiere Muskeln, die nie zur Anwendung kommen; ſelbſt der Menſch beſitzt ſolche rudimentäre Muskeln. Die Meiſten von uns ſind nicht fähig, ihre Ohren willkürlich zu bewegen, obwohl die Muskeln für dieſe Bewegung vorhanden ſind, und obwohl es einzelnen Perſonen, die ſich andauernd Mühe geben, dieſe Muskeln zu

üben, in der That gelingt, ihre Ohren zu bewegen. In dieſen noch jetzt vorhandenen, aber verkümmerten Organen, welche dem vollſtändigen Verſchwinden entgegen gehen, iſt es noch möglich, durch beſondere Uebung, durch andauernden Einfluß der Willensthätigkeit des Nervenſyſtems, die beinah erloſchene Thätigkeit wieder zu beleben. Dagegen vermögen wir dies nicht mehr in den kleinen rudimentären Ohrmuskeln, welche noch am Knorpel unſerer Ohrmuſchel vorkommen, aber immer völlig wirkungslos ſind. Bei unſeren langöhrigen Vorfahren aus der Tertiärzeit, Affen, Halbaffen und Beutelthieren, welche gleich den meiſten anderen Säugethieren ihre große Ohrmuſchel frei und lebhaft bewegten, waren jene Muskeln viel ſtärker entwickelt und von großer Bedeutung. So haben in gleicher Weiſe auch viele Spielarten der Hunde und Kaninchen, deren wilde Vorfahren ihre ſteifen Ohren vielſeitig bewegten, unter dem Einfluſſe des Kulturlebens ſich jenes „Ohrenſpitzen“ abgewöhnt, und dadurch verkümmerte Ohrmuskeln und ſchlaff herabhängende Ohren bekommen.

Auch noch an anderen Stellen ſeines Körpers beſitzt der Menſch ſolche rudimentäre Organe, welche durchaus von keiner Bedeutung für das Leben ſind und niemals funktioniren. Eines der merkwürdigſten, obwohl unſcheinbarſten Organe der Art iſt die kleine halbmondförmige Falte, welche wir am inneren Winkel unſeres Auges, nahe der Naſenwurzel beſitzen, die ſogenannte „Plica semilunaris“. Dieſe unbedeutende Hautfalte, die für unſer Auge gar keinen Nutzen bietet, iſt der ganz verkümmerte Reſt eines dritten, inneren Augenlides, welches neben dem oberen und unteren Augenlide bei anderen Säugethieren, bei Vögeln und Reptilien ſehr entwickelt iſt. Ja ſogar ſchon unſere uralten Vorfahren aus der Silurzeit, die Urfiſche, ſcheinen dies dritte Augenlid, die ſogenannte Nickhaut, beſeſſen zu haben. Denn viele von ihren nächſten Verwandten, die in wenig veränderter Form noch heute fortleben, viele Haifiſche nämlich, beſitzen eine ſehr ſtarke Nickhaut, die vom inneren Augenwinkel her über den ganzen Augapfel hinüber gezogen werden kann.

Zu den ſchlagendſten Beiſpielen von rudimentären Organen gehören die Augen, welche nicht ſehen. Solche finden ſich bei ſehr vielen Thieren, welche im Dunkeln, z. B. in Höhlen, unter der Erde leben. Die Augen ſind hier oft wirklich in ausgebildetem Zuſtande vorhanden; aber ſie ſind von der Haut bedeckt, ſo daß kein Lichtſtrahl in ſie hineinfallen kann, und ſie alſo auch niemals ſehen können. Solche Augen ohne Geſichtsfunktion beſitzen z. B. mehrere Arten von unterirdiſch lebenden Maulwürfen und Blindmäuſen, von Schlangen und Eidechſen, von Amphibien (Proteus, Caecilia) und von Fiſchen; ferner zahlreiche wirbelloſe Thiere, die im Dunkeln ihr Leben zubringen: viele Käfer, Krebsthiere, Schnecken, Würmer u. ſ. w.

Eine Fülle der intereſſanteſten Beiſpiele von rudimentären Organen liefert die vergleichende Oſteologie oder Skeletlehre der Wirbelthiere, einer der anziehendſten Zweige der vergleichenden Anatomie. Bei den allermeiſten Wirbelthieren finden wir zwei Paar Gliedmaaßen am Rumpf, ein Paar Vorderbeine und ein Paar Hinterbeine. Sehr häufig iſt jedoch das eine oder das andere Paar derſelben verkümmert, ſeltener beide, wie bei den Schlangen und einigen aalartigen Fiſchen. Aber einige Schlangen, z. B. die Rieſenſchlangen (Boa, Python) haben hinten noch einige unnütze Knochenſtückchen im Leibe, welche die Reſte der verloren gegangenen Hinterbeine ſind. Ebenſo haben die walfiſchartigen Säugethiere (Cetaceen), welche nur entwickelte Vorderbeine (Bruſtfloſſen) beſitzen, hinten im Fleiſche noch ein Paar ganz überflüſſige Knochen, welche ebenfalls Ueberbleibſel der verkümmerten Hinterbeine darſtellen. Daſſelbe gilt von vielen echten Fiſchen, bei denen in gleicher Weiſe die Hinterbeine (Bauchfloſſen) verloren gegangen ſind. Umgekehrt beſitzen unſere Blindſchleichen (Anguis) und einige andere Eidechſen inwendig ein vollſtändiges Schultergerüſte, obwohl die Vorderbeine, zu deren Befeſtigung daſſelbe dient, nicht mehr vorhanden ſind. Ferner finden ſich bei verſchiedenen Wirbelthieren die einzelnen Knochen der beiden Beinpaare in allen verſchiedenen Stufen der Verkümmerung, und oft die rückgebildeten Knochen und die zugehörigen Muskeln ſtückweiſe erhalten, ohne doch irgendwie eine Verrichtung

ausführen zu können. Das Inſtrument iſt noch da, aber es kann nicht mehr ſpielen.

Faſt ganz allgemein finden Sie ferner rudimentäre Organe in den Pflanzenblüthen vor, indem der eine oder der andere Theil der männlichen Fortpflanzungsorgane (der Staubfäden und Staubbeutel), oder der weiblichen Fortpflanzungsorgane (Griffel, Fruchtknoten u. ſ. w.) mehr oder weniger verkümmert oder „fehlgeſchlagen" (abortirt) iſt. Auch hier können Sie bei verſchiedenen, nahe verwandten Pflanzenarten das Organ in allen Graden der Rückbildung verfolgen. So z. B. iſt die große natürliche Familie der lippenblüthigen Pflanzen (Labiaten), zu welcher Meliſſe, Pfefferminze, Majoran, Gundelrebe, Thymian u. ſ. w. gehören, dadurch ausgezeichnet, daß die rachenförmige zweilippige Blumenkrone zwei lange und zwei kurze Staubfäden enthält. Allein bei vielen einzelnen Pflanzen dieſer Familie, z. B. bei verſchiedenen Salbeiarten und beim Rosmarin, iſt nur das eine Paar der Staubfäden ausgebildet, und das andere Paar iſt mehr oder weniger verkümmert, oft ganz verſchwunden. Bisweilen ſind die Staubfäden vorhanden, aber ohne Staubbeutel, ſo daß ſie ganz unnütz ſind. Seltener aber findet ſich ſogar noch das Rudiment oder der verkümmerte Reſt eines fünften Staubfadens, ein phyſiologiſch (für die Lebensverrichtung) ganz nutzloſes, aber morphologiſch (für die Erkenntniß der Form und der natürlichen Verwandtſchaft) äußerſt werthvolles Organ. In meiner generellen Morphologie der Organismen[4]) habe ich in dem Abſchnitt von der „Unzweckmäßigkeitslehre oder Dyſteleologie", noch eine große Anzahl von anderen Beiſpielen angeführt (Gen. Morph. II, 266).

Keine biologiſche Erſcheinung hat wohl jemals die Zoologen und Botaniker in größere Verlegenheit verſetzt als dieſe rudimentären oder abortiven (verkümmerten) Organe. Es ſind Werkzeuge außer Dienſt, Körpertheile, welche da ſind, ohne etwas zu leiſten, zweckmäßig eingerichtet, ohne ihren Zweck in Wirklichkeit zu erfüllen. Wenn man die Verſuche betrachtet, welche die früheren Naturforſcher zur Erklärung dieſes Räthſels machten, kann man ſich in der That kaum eines

Lächelns über die seltsamen Vorstellungen, zu denen sie geführt wurden, erwehren. Außer Stande, eine wirkliche Erklärung zu finden, kam man z. B. zu dem Endresultate, daß der Schöpfer „der Symmetrie wegen" diese Organe angelegt habe; oder man nahm an, es sei dem Schöpfer unpassend oder unanständig erschienen, daß diese Organe bei denjenigen Organismen, bei denen sie nicht leistungsfähig sind und ihrer ganzen Lebensweise nach nicht sein können, völlig fehlten, während die nächsten Verwandten sie besäßen, und zum Ersatz für die mangelnde Funktion habe er ihnen wenigstens die äußere Ausstattung der leeren Form verliehen; ungefähr so, wie die uniformirten Civilbeamten bei Hofe mit einem unschuldigen Degen ausgestattet sind, den sie niemals aus der Scheide ziehen. Ich glaube aber kaum, daß Sie von einer solchen Erklärung befriedigt sein werden.

Nun wird gerade diese allgemein verbreitete und räthselhafte Erscheinung der rudimentären Organe, an welcher alle übrigen Erklärungsversuche scheitern, vollkommen erklärt, und zwar in der einfachsten und einleuchtendsten Weise erklärt durch Darwins Theorie von der Vererbung und von der Anpassung. Wir können die wichtigen Gesetze der Vererbung und Anpassung an den Hausthieren und Kulturpflanzen, welche wir künstlich züchten, empirisch verfolgen, und es ist bereits eine Reihe solcher Gesetze festgestellt worden. Ohne jetzt auf diese einzugehen, will ich nur vorausschicken, daß einige davon auf mechanischem Wege die Entstehung der rudimentären Organe vollkommen erklären, so daß wir das Auftreten derselben als einen ganz natürlichen Prozeß ansehen müssen, bedingt durch den Nichtgebrauch der Organe. Durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen sind die früher thätigen und wirklich arbeitenden Organe allmählich nicht mehr gebraucht worden und außer Dienst getreten. In Folge der mangelnden Uebung sind sie mehr und mehr verkümmert, trotzdem aber immer noch durch Vererbung von einer Generation auf die andere übertragen worden, bis sie endlich größtentheils oder ganz verschwanden. Wenn wir nun annehmen, daß alle oben angeführten Wirbelthiere von einem

einzigen gemeinſamen Stammvater abſtammen, welcher zwei ſehende Augen und zwei wohl entwickelte Beinpaare beſaß, ſo erklärt ſich ganz einfach der verſchiedene Grad der Verkümmerung und Rückbildung dieſer Organe bei ſolchen Nachkommen deſſelben, welche dieſe Theile nicht mehr gebrauchen konnten. Ebenſo erklärt ſich vollſtändig der verſchiedene Ausbildungsgrad der urſprünglich (in der Blüthenknospe) angelegten fünf Staubfäden bei den Labiaten, wenn wir annehmen, daß alle Pflanzen dieſer Familie von einem gemeinſamen, mit fünf Staubfäden ausgeſtatteten Stammvater abſtammen.

Ich habe Ihnen die Erſcheinung der rudimentären Organe ſchon jetzt etwas ausführlicher vorgeführt, weil dieſelbe von der allergrößten allgemeinen Bedeutung iſt, und weil ſie uns auf die großen, allgemeinen, tiefliegenden Grundfragen der Philoſophie und der Naturwiſſenſchaft hinführt, für deren Löſung die Deſcendenz-Theorie nunmehr der unentbehrliche Leitſtern geworden iſt. Sobald wir nämlich, dieſer Theorie entſprechend, die ausſchließliche Wirkſamkeit phyſikaliſch-chemiſcher Urſachen ebenſo in der lebenden (organiſchen) Körperwelt, wie in der ſogenannten lebloſen (anorganiſchen) Natur anerkennen, ſo räumen wir damit jener Weltanſchauung die ausſchließliche Herrſchaft ein, welche man mit dem Namen der mechaniſchen bezeichnen kann, und welche gegenüberſteht der teleologiſchen Auffaſſung. Wenn Sie alle Weltanſchauungsformen der verſchiedenen Völker und Zeiten mit einander vergleichend zuſammenſtellen, können Sie dieſelben ſchließlich alle in zwei ſchroff gegenüberſtehende Gruppen bringen: eine cauſale oder mechaniſche und eine teleologiſche oder vitaliſtiſche. Die letztere war in der Biologie bisher allgemein herrſchend. Man ſah danach das Thierreich und das Pflanzenreich als Produkte einer zweckmäßig wirkſamen, ſchöpferiſchen Thätigkeit an. Bei dem Anblick jedes Organismus ſchien ſich zunächſt unabweislich die Ueberzeugung aufzudrängen, daß eine ſo künſtliche Maſchine, ein ſo verwickelter Bewegungs-Apparat, wie es der Organismus iſt, nur hervorgebracht werden könne durch eine Thätigkeit, welche analog, obwohl unendlich viel vollkommener iſt, als die Thätigkeit des Menſchen

bei der Konſtruktion ſeiner Maſchinen. Wie erhaben man auch die früheren Vorſtellungen des Schöpfers und ſeiner ſchöpferiſchen Thätigkeit faſſen, wie ſehr man ſie aller menſchlichen Analogie entkleiden mag, ſo bleibt doch im letzten Grunde bei der teleologiſchen Naturauffaſſung dieſe Analogie unabweislich und nothwendig. Man muß ſich im Grunde dann immer den Schöpfer ſelbſt als einen Organismus vorſtellen, als ein Weſen, welches, analog dem Menſchen, wenn auch in unendlich vollkommnerer Form, über ſeine bildende Thätigkeit nachdenkt, den Plan der Maſchinen entwirft, und dann mittelſt Anwendung geeigneter Materialien dieſe Maſchinen zweckentſprechend ausführt. Alle dieſe Vorſtellungen leiden nothwendig an der Grundſchwäche des Anthropomorphismus oder der Vermenſchlichung. Es werden dabei, wie hoch man ſich auch den Schöpfer vorſtellen mag, demſelben die menſchlichen Attribute beigelegt, einen Plan zu entwerfen und danach den Organismus zweckmäßig zu konſtruiren. Das wird auch von derjenigen Anſchauung, welche Darwins Lehre am ſchroffſten gegenüber ſteht, und welche unter den Naturforſchern ihren bedeutendſten Vertreter in Agaſſiz gefunden hat, ganz klar ausgeſprochen. Das berühmte Werk (Essay on classification) von Agaſſiz[5]), welches dem Darwinſchen Werke vollkommen entgegengeſetzt iſt, und faſt gleichzeitig erſchien, hat ganz folgerichtig jene abſurden anthropomorphiſchen Vorſtellungen vom Schöpfer bis zum höchſten Grade ausgebildet.

Was nun jene vielgerühmte Zweckmäßigkeit in der Natur betrifft, ſo iſt ſie überhaupt nur für denjenigen vorhanden, welcher die Erſcheinungen im Thier- und Pflanzenleben durchaus oberflächlich betrachtet. Schon jene rudimentären Organe mußten dieſer Lehre einen harten Stoß verſetzen. Jeder aber, der tiefer in die Organiſation und Lebensweiſe der verſchiedenen Thiere und Pflanzen eindringt, der ſich mit der Wechſelwirkung der Lebenserſcheinungen und der ſogenannten „Oekonomie der Natur" vertrauter macht, kommt nothwendig zu der Anſchauung, daß dieſe Zweckmäßigkeit nicht exiſtirt, ſo wenig als etwa die vielgerühmte Allgüte des Schöpfers. Dieſe

optimiſtiſchen Anſchauungen haben leider eben ſo wenig reale Begründung, als die beliebte Redensart von der „ſittlichen Weltordnung", welche durch die ganze Völkergeſchichte in ironiſcher Weiſe illuſtrirt wird. Im Mittelalter iſt dafür die Herrſchaft der „ſittlichen" Päpſte und ihrer frommen Inquiſition nicht weniger bezeichnend, als in der Gegenwart der herrſchende Militarismus mit ſeinem „ſittlichen" Apparate von Zündnadeln und anderen raffinirten Mordwaffen.

Wenn Sie das Zuſammenleben und die gegenſeitigen Beziehungen der Pflanzen und der Thiere (mit Inbegriff der Menſchen) näher betrachten, ſo finden Sie überall und zu jeder Zeit das Gegentheil von jenem gemüthlichen und friedlichen Beiſammenſein, welches die Güte des Schöpfers den Geſchöpfen hätte bereiten müſſen; vielmehr finden Sie überall einen ſchonungsloſen, höchſt erbitterten Kampf Aller gegen Alle. Nirgends in der Natur, wohin Sie auch Ihre Blicke lenken mögen, iſt jener idylliſche, von den Dichtern beſungene Friede vorhanden, — vielmehr überall Kampf, Streben nach Vernichtung des Nächſten und nach Vernichtung der direkten Gegner. Leidenſchaft und Selbſtſucht, bewußt oder unbewußt, iſt überall die Triebfeder des Lebens. Das bekannte Dichterwort:

„Die Natur iſt vollkommen überall,
Wo der Menſch nicht hinkommt mit ſeiner Qual"

iſt ſchön, aber leider nicht wahr. Vielmehr bildet auch in dieſer Beziehung der Menſch keine Ausnahme von der übrigen Thierwelt. Die Betrachtungen, welche wir bei der Lehre vom „Kampf ums Daſein" anzuſtellen haben, werden dieſe Behauptung zur Genüge rechtfertigen. Es war auch Darwin, welcher gerade dieſen wichtigen Punkt in ſeiner hohen und allgemeinen Bedeutung recht klar vor Augen ſtellte, und derjenige Abſchnitt ſeiner Lehre, welchen er ſelbſt den „Kampf ums Daſein" nennt, iſt einer der wichtigſten Theile derſelben.

Wenn wir alſo jener vitaliſtiſchen oder teleologiſchen Betrachtung der lebendigen Natur, welche die Thier- und Pflanzenformen als Produkte eines gütigen und zweckmäßig thätigen Schöpfers oder einer

zweckmäßig thätigen schöpferischen Naturkraft ansieht, durchaus entgegenzutreten gezwungen sind, so müssen wir uns entschieden jene Weltanschauung aneignen, welche man die mechanische oder causale nennt. Man kann sie auch als die monistische oder einheitliche bezeichnen, im Gegensatz zu der zwiespältigen oder dualistischen Anschauung, welche in jener teleologischen Weltauffassung nothwendig enthalten ist. Die mechanische Naturbetrachtung ist seit Jahrzehnten auf gewissen Gebieten der Naturwissenschaft so sehr eingebürgert, daß hier über die entgegengesetzte kein Wort mehr verloren wird. Es fällt keinem Physiker oder Chemiker, keinem Mineralogen oder Astronomen mehr ein, in den Erscheinungen, welche ihm auf seinem wissenschaftlichen Gebiete fortwährend vor Augen kommen, die Wirksamkeit eines zweckmäßig thätigen Schöpfers zu erblicken oder aufzusuchen. Man betrachtet die Erscheinungen, welche auf jenen Gebieten zu Tage treten, allgemein und ohne Widerspruch als die nothwendigen und unabänderlichen Wirkungen der physikalischen und chemischen Kräfte, welche an dem Stoffe oder der Materie haften, und insofern ist diese Anschauung rein materialistisch, in einem gewissen Sinne dieses vieldeutigen Wortes. Wenn der Physiker die Bewegungserscheinungen der Elektricität oder des Magnetismus, den Fall eines schweren Körpers oder die Schwingungen der Lichtwellen verfolgt, so ist er bei dieser Arbeit durchaus davon entfernt, das Eingreifen einer übernatürlichen schöpferischen Kraft anzunehmen. In dieser Beziehung befand sich bisher die Biologie, als die Wissenschaft von den sogenannten „belebten" Naturkörpern, in großem Gegensatz zu jenen vorher genannten anorganischen Naturwissenschaften (der Anorganologie). Zwar hat die neuere Physiologie, die Lehre von den Bewegungserscheinungen im Thier- und Pflanzenkörper, den mechanischen Standpunkt der letzteren vollkommen angenommen; allein die Morphologie, die Wissenschaft von den Formen der Thiere und der Pflanzen, schien dadurch gar nicht berührt zu werden. Die Morphologen behandelten nach wie vor, und größtentheils noch heutzutage, im Gegensatz zu jener mechanischen Betrachtung der Leistungen, die

Formen der Thiere und Pflanzen als etwas, was durchaus nicht mechanisch erklärbar sei, was nothwendig einer höheren, übernatürlichen, zweckmäßig thätigen Schöpferkraft seinen Ursprung verdanken müsse. Dabei war es ganz gleichgültig, ob man diese Schöpferkraft als persönlichen Gott anbetete, oder ob man sie Lebenskraft (vis vitalis) oder Endursache (causa finalis) nannte. In allen Fällen flüchtete man hier, um es mit einem Worte zu sagen, zum Wunder als der Erklärung. Man warf sich einer Glaubensdichtung in die Arme, welche als solche auf dem Gebiete naturwissenschaftlicher Erkenntniß durchaus keine Geltung haben kann.

Alles nun, was vor Darwin geschehen ist, um eine natürliche mechanische Auffassung von der Entstehung der Thier- und Pflanzenformen zu begründen, vermochte diese nicht zum Durchbruch und zu allgemeiner Anerkennung zu bringen. Dies gelang erst Darwins Lehre, und hierin liegt ein unermeßliches Verdienst derselben. Denn es wird dadurch die Ansicht von der Einheit der organischen und der anorganischen Natur fest begründet; und derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher bisher am längsten und am hartnäckigsten sich einer mechanischen Auffassung und Erklärung widersetzte, die Lehre vom Bau der lebendigen Formen, von der Bedeutung und dem Entstehen derselben, wird dadurch mit allen übrigen naturwissenschaftlichen Lehren auf einen und denselben Weg der Vollendung geführt. Es wird die Einheit aller Naturerscheinungen dadurch endgültig festgestellt.

Diese Einheit der ganzen Natur, die Beseelung aller Materie, die Untrennbarkeit der geistigen Kraft und des körperlichen Stoffes hat Goethe mit den Worten behauptet: „die Materie kann nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein". Von den großen monistischen Philosophen aller Zeiten sind diese obersten Grundsätze der mechanischen Weltanschauung vertreten worden. Schon Demokritus von Abdera, der unsterbliche Begründer der Atomenlehre, sprach dieselben fast ein halbes Jahrtausend vor Christus klar aus, ganz vorzüglich aber der große Dominikanermönch Giordano

Bruno. Dieser wurde dafür am 17. Februar 1600 in Rom von der christlichen Inquisition auf dem Scheiterhaufen verbrannt, an demselben Tage, an welchem 36 Jahre früher sein großer Landsmann und Kampfesgenosse Galilei geboren wurde. Solche Männer, die für eine große Idee leben und sterben, pflegt man als „Materialisten" zu verketzern, ihre Gegner aber, deren Beweisgründe Tortur und Scheiterhaufen sind, als „Spiritualisten" zu preisen.

Durch die Descendenztheorie wird es uns zum erstenmal möglich, die monistische Lehre von der Einheit der Natur so zu begründen, daß eine mechanisch-causale Erklärung auch der verwickeltsten organischen Erscheinungen z. B. der Entstehung und Einrichtung der Sinnesorgane, in der That nicht mehr Schwierigkeiten für das allgemeine Verständniß hat, als die mechanische Erklärung irgend eines physikalischen Prozesses, wie es z. B. die Erdbeben, die Richtungen des Windes oder die Strömungen des Meeres sind. Wir gelangen dadurch zu der äußerst wichtigen Ueberzeugung, daß alle Naturkörper, die wir kennen, gleichmäßig belebt sind, daß der Gegensatz, welchen man zwischen lebendiger und todter Körperwelt aufstellte, in Wahrheit nicht existirt. Wenn ein Stein, frei in die Luft geworfen, nach bestimmten Gesetzen zur Erde fällt, oder wenn in einer Salzlösung sich ein Krystall bildet, so ist diese Erscheinung nicht mehr und nicht minder eine mechanische Lebenserscheinung, als das Wachsthum oder das Blühen der Pflanzen, als die Fortpflanzung oder die Sinnesthätigkeit der Thiere, als die Empfindung oder die Gedankenbildung des Menschen. In dieser Herstellung der einheitlichen oder monistischen Naturauffassung liegt das höchste und allgemeinste Verdienst der von Darwin reformirten Abstammungslehre.

Zweiter Vortrag.

Wissenschaftliche Berechtigung der Descendenztheorie. Schöpfungsgeschichte nach Linné.

Die Abstammungslehre oder Descendenztheorie als die einheitliche Erklärung der organischen Naturerscheinungen durch natürliche wirkende Ursachen. Vergleichung derselben mit Newtons Gravitationstheorie. Grenzen der wissenschaftlichen Erklärung und der menschlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß ursprünglich durch sinnliche Erfahrung bedingt, aposteriori. Uebergang der aposteriorischen Erkenntnisse durch Vererbung in apriorische Erkenntnisse. Gegensatz der übernatürlichen Schöpfungsgeschichte von Linné, Cuvier, Agassiz, und der natürlichen Entwickelungstheorien von Lamarck, Goethe, Darwin. Zusammenhang der ersteren mit der monistischen (mechanischen), der letzteren mit der dualistischen (teleologischen) Weltanschauung. Monismus und Materialismus. Wissenschaftlicher und sittlicher Materialismus. Schöpfungsgeschichte des Moses. Linné als Begründer der systematischen Naturbeschreibung und Artunterscheidung. Linnés Classification und binäre Nomenclatur. Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeschichte. Linnés Ansicht von der Entstehung der Arten.

Meine Herren! Der Werth, den jede naturwissenschaftliche Theorie besitzt, wird sowohl durch die Anzahl und das Gewicht der zu erklärenden Gegenstände gemessen, als auch durch die Einfachheit und Allgemeinheit der Ursachen, welche als Erklärungsgründe benutzt werden. Je größer einerseits die Anzahl, je wichtiger die Bedeutung der durch die Theorie zu erklärenden Erscheinungen ist, und je einfacher andrerseits, je allgemeiner die Ursachen sind, welche die Theorie zur Erklärung in Anspruch nimmt, desto höher ist ihr wissenschaftlicher

Werth, deſto ſicherer bedienen wir uns ihrer Leitung, deſto mehr ſind wir verpflichtet zu ihrer Annahme.

Denken Sie z. B. an diejenige Theorie, welche bisher als der größte Erwerb des menſchlichen Geiſtes galt, an die Gravitationstheorie, welche der Engländer Newton vor 200 Jahren in ſeinen mathematiſchen Principien der Naturphiloſophie begründete. Hier finden Sie das zu erklärende Objekt ſo groß angenommen als Sie es nur denken können. Er unternahm es, die Bewegungserſcheinungen der Planeten und den Bau des Weltgebäudes auf mathematiſche Geſetze zurückzuführen. Als die höchſt einfache Urſache dieſer verwickelten Bewegungserſcheinungen begründete Newton das Geſetz der Schwere oder der Maſſenanziehung, daſſelbe, welches die Urſache des Falles der Körper, der Adhäſion, der Cohäſion und vieler anderen Erſcheinungen iſt.

Wenn Sie nun den gleichen Maßſtab an die Theorie Darwins anlegen, ſo müſſen Sie zu dem Schluß kommen, daß dieſe ebenfalls zu den größten Eroberungen des menſchlichen Geiſtes gehört, und daß ſie ſich unmittelbar neben die Gravitationstheorie Newtons ſtellen kann. Vielleicht erſcheint Ihnen dieſer Ausſpruch übertrieben oder wenigſtens ſehr gewagt; ich hoffe Sie aber im Verlauf dieſer Vorträge zu überzeugen, daß dieſe Schätzung nicht zu hoch gegriffen iſt. In der vorigen Stunde wurden bereits einige der wichtigſten und allgemeinſten Erſcheinungen aus der organiſchen Natur namhaft gemacht, welche durch Darwins Theorie erklärt werden. Dahin gehören vor Allen die Formveränderungen, welche die individuelle Entwickelung der Organismen begleiten, äußerſt mannichfaltige und verwickelte Erſcheinungen, welche bisher einer mechaniſchen Erklärung, d. h. einer Zurückführung auf wirkende Urſachen die größten Schwierigkeiten in den Weg legten. Wir haben die rudimentären Organe erwähnt, jene außerordentlich merkwürdigen Einrichtungen in den Thier- und Pflanzenkörpern, welche keinen Zweck haben, welche jede teleologiſche, jede nach einem Endzweck des Organismus ſuchende Erklärung vollſtändig widerlegen. Es ließe ſich noch eine große An-

zahl von anderen Erscheinungen anführen, die nicht minder wichtig sind, die bisher nicht minder räthselhaft erschienen, und die in der einfachsten Weise durch die von Darwin reformirte Abstammungslehre erklärt werden. Ich erwähne vorläufig noch die Erscheinungen, welche uns die geographische Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten auf der Oberfläche unseres Planeten, sowie die geologische Vertheilung der ausgestorbenen und versteinerten Organismen in den verschiedenen Schichten der Erdrinde darbietet. Auch diese wichtigen paläontologischen und geographischen Gesetze, welche wir bisher nur als Thatsachen kannten, werden durch die Abstammungslehre in ihren wirkenden Ursachen erkannt. Dasselbe gilt ferner von allen allgemeinen Gesetzen der vergleichenden Anatomie, insbesondere von dem großen Gesetze der Arbeitstheilung oder Sonderung (Polymorphismus oder Differenzirung), einem Gesetze, welches ebenso in der ganzen menschlichen Gesellschaft, wie in der Organisation des einzelnen Thier- und Pflanzenkörpers die wichtigste gestaltende Ursache ist, diejenige Ursache, welche ebenso eine immer größere Mannichfaltigkeit, wie eine fortschreitende Entwickelung der organischen Formen bedingt. In gleicher Weise, wie dieses bisher nur als Thatsache erkannte Gesetz der Arbeitstheilung, wird auch das Gesetz der fortschreitenden Entwickelung, oder das Gesetz des Fortschritts, welches wir ebenso in der Geschichte der Völker, wie in der Geschichte der Thiere und Pflanzen überall wirksam wahrnehmen, in seinem Ursprung durch die Abstammungslehre erklärt. Und wenn Sie endlich Ihre Blicke auf das große Ganze der organischen Natur richten, wenn Sie vergleichend alle einzelnen großen Erscheinungsgruppen dieses ungeheuren Lebensgebietes zusammenfassen, so stellt sich Ihnen dasselbe im Lichte der Abstammungslehre nicht mehr als das künstlich ausgedachte Werk eines planmäßig bauenden Schöpfers dar, sondern als die nothwendige Folge wirkender Ursachen, welche in der chemischen Zusammensetzung der Materie selbst und in ihren physikalischen Eigenschaften liegen.

Man kann also im weitesten Umfang behaupten, und ich werde diese Behauptung im Verlaufe meiner Vorträge rechtfertigen, daß die Abstammungslehre uns zum ersten Male in die Lage versetzt, die Gesammtheit aller organischen Naturerscheinungen auf ein einziges Gesetz zurückzuführen, eine einzige wirkende Ursache für das unendlich verwickelte Getriebe dieser ganzen reichen Erscheinungswelt aufzufinden. In dieser Beziehung stellt sie sich ebenbürtig Newtons Gravitationstheorie an die Seite; ja sie erhebt sich noch über dieselbe!

Aber auch die Erklärungsgründe sind hier nicht minder einfach, wie dort. Es sind nicht neue, bisher unbekannte Eigenschaften des Stoffes, welche Darwin zur Erklärung dieser höchst verwickelten Erscheinungswelt herbeizieht; es sind nicht etwa Entdeckungen neuer Verbindungsverhältnisse der Materie, oder neuer Organisationskräfte derselben; sondern es ist lediglich die außerordentlich geistvolle Verbindung, die synthetische Zusammenfassung und denkende Vergleichung einer Anzahl längst bekannter Thatsachen, durch welche Darwin das „heilige Räthsel" der lebendigen Formenwelt löst. Die erste Rolle spielt dabei die Erwägung der Wechselbeziehungen, welche zwischen zwei allgemeinen Lebensthätigkeiten der Organismen bestehen, den Funktionen der Vererbung und der Anpassung. Lediglich durch Erwägung des Wechselverhältnisses zwischen diesen beiden Lebensthätigkeiten oder physiologischen Funktionen der Organismen, sowie ferner durch Erwägung der gegenseitigen Beziehungen, welche alle an einem und demselben Ort zusammenlebenden Thiere und Pflanzen nothwendig zu einander besitzen — lediglich durch richtige Würdigung dieser einfachen Thatsachen, und durch die geschickte Verbindung derselben ist es Darwin möglich geworden, in denselben die wahren wirkenden Ursachen (causae efficientes) für die unendlich verwickelte Gestaltenwelt der organischen Natur zu finden.

Wir sind nun verpflichtet, diese Theorie auf jeden Fall anzunehmen und so lange zu behaupten, bis sich eine bessere findet, die es unternimmt, die gleiche Fülle von Thatsachen ebenso einfach zu erklären. Bisher entbehrten wir einer solchen Theorie vollständig. Zwar

war der Grundgedanke nicht neu, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenformen von einigen wenigen oder sogar von einer einzigen höchst einfachen Grundform abstammen müssen. Dieser Gedanke war längst ausgesprochen und zuerst von dem großen Lamarck[2]) im Anfang unseres Jahrhunderts bestimmt formulirt worden. Allein Lamarck sprach doch eigentlich bloß die Hypothese der gemeinsamen Abstammung aus, ohne sie durch Erläuterung der wirkenden Ursachen zu begründen. Und gerade in dem Nachweis dieser Ursachen liegt der außerordentliche Fortschritt, welchen Darwin über Lamarcks Theorie hinaus gethan hat. Er fand in den physiologischen Vererbungs- und Anpassungseigenschaften der organischen Materie die wahre Ursache jenes genealogischen Verhältnisses auf. Auch konnte der geistvolle Lamarck noch nicht über das kolossale Material biologischer Thatsachen gebieten, welches durch die emsigen zoologischen und botanischen Forschungen der letzten fünfzig Jahre angesammelt und von Darwin zu einem überwältigenden Beweis-Apparat verwerthet wurde.

Die Theorie Darwins ist also nicht, wie seine Gegner häufig behaupten, eine beliebige, aus der Luft gegriffene, bodenlose Hypothese. Es liegt nicht im Belieben der einzelnen Zoologen und Botaniker, ob sie dieselbe als erklärende Theorie annehmen wollen oder nicht. Vielmehr sind sie dazu gezwungen und verpflichtet nach dem allgemeinen, in den Naturwissenschaften überhaupt gültigen Grundsatze, daß wir zur Erklärung der Erscheinungen jede mit den wirklichen Thatsachen vereinbare, wenn auch nur schwach begründete Theorie so lange annehmen und beibehalten müssen, bis sie durch eine bessere ersetzt wird. Wenn wir dies nicht thun, so verzichten wir auf eine wissenschaftliche Erklärung der Erscheinungen, und das ist in der That der Standpunkt, den viele Biologen noch gegenwärtig einnehmen. Sie betrachten das ganze Gebiet der belebten Natur als ein vollkommenes Räthsel und halten die Entstehung der Thier- und Pflanzenarten, die Erscheinungen ihrer Entwickelung und Verwandtschaft für ganz unerklärlich, für ein Wunder; sie wollen von einem wahren Verständniß derselben überhaupt nichts wissen.

Diejenigen Gegner Darwins, welche nicht geradezu in dieser Weise auf eine biologische Erklärung verzichten wollen, pflegen freilich zu sagen: „Darwins Lehre von dem gemeinschaftlichen Ursprung der verschiedenartigen Organismen ist nur eine Hypothese; wir stellen ihr eine andere entgegen, die Hypothese, daß die einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht durch Abstammung sich auseinander entwickelt haben, sondern daß sie unabhängig von einander durch ein noch unentdecktes Naturgesetz entstanden sind." So lange aber nicht gezeigt wird, wie diese Entstehung zu denken ist, und was das für ein „Naturgesetz" ist, so lange nicht einmal wahrscheinliche Erklärungsgründe geltend gemacht werden können, welche für eine unabhängige Entstehung der Thier- und Pflanzenarten sprechen, so lange ist diese Gegenhypothese in der That keine Hypothese, sondern eine leere, nichtssagende Redensart. Auch verdient Darwins Theorie nicht den Namen einer Hypothese. Denn eine wissenschaftliche Hypothese ist eine Annahme, welche sich auf unbekannte, bisher noch nicht durch die sinnliche Erfahrung wahrgenommene Eigenschaften oder Bewegungserscheinungen der Naturkörper stützt. Darwins Lehre aber nimmt keine derartigen unbekannten Verhältnisse an; sie gründet sich auf längst anerkannte allgemeine Eigenschaften der Organismen, und es ist, wie bemerkt, die außerordentliche geistvolle, umfassende Verbindung einer Menge bisher vereinzelt dagestandener Erscheinungen, welche dieser Theorie ihren außerordentlich hohen inneren Werth giebt. Wir gelangen durch sie zum ersten Mal in die Lage, für die Gesammtheit aller uns bekannten morphologischen Erscheinungen in der Thier- und Pflanzenwelt eine bewirkende Ursache nachzuweisen; und zwar ist diese wahre Ursache immer ein und dieselbe, nämlich die Wechselwirkung der Anpassung und der Vererbung, also ein physiologisches, d. h. ein physikalisch-chemisches oder ein mechanisches Verhältniß. Aus diesen Gründen ist die Annahme der durch Darwin mechanisch begründeten Abstammungslehre für die gesammte Zoologie und Botanik eine zwingende und unabweisbare Nothwendigkeit.

Da nach meiner Ansicht also die unermeßliche Bedeutung von

Folgerungen herantreten, laſſen Sie uns einen geſchichtlichen Rückblick auf die wichtigſten und verbreitetſten von denjenigen Anſichten werfen, welche ſich die Menſchen vor Darwin über die organiſche Schöpfung, über die Entſtehung der mannichfaltigen Thier- und Pflanzenarten gebildet hatten. Es liegt dabei keineswegs in meiner Abſicht, Sie mit einem vergleichenden Ueberblick über alle die zahlreichen Schöpfungsdichtungen der verſchiedenen Menſchen-Arten, -Raſſen und -Stämme zu unterhalten. So intereſſant und lohnend dieſe Aufgabe, ſowohl in ethnographiſcher als in culturhiſtoriſcher Beziehung, auch wäre, ſo würde uns dieſelbe doch hier viel zu weit führen. Auch trägt die übergroße Mehrzahl aller dieſer Schöpfungsſagen zu ſehr das Gepräge willkürlicher Dichtung und des Mangels eingehender Naturbetrachtung, als daß dieſelben für eine naturwiſſenſchaftliche Behandlung der Schöpfungsgeſchichte von Intereſſe wären. Ich werde daher von den nicht wiſſenſchaftlich begründeten Schöpfungsgeſchichten blos die moſaiſche hervorheben, wegen des beiſpielloſen Einfluſſes, den ſie in der abendländiſchen Culturwelt gewonnen, und dann werde ich ſogleich zu den wiſſenſchaftlich formulirten Schöpfungshypotheſen übergehen, welche erſt nach Beginn des verfloſſenen Jahrhunderts, mit Linné, ihren Anfang nahmen.

Alle verſchiedenen Vorſtellungen, welche ſich die Menſchen jemals von der Entſtehung der verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten gemacht haben, laſſen ſich füglich in zwei große, entgegengeſetzte Gruppen bringen, in natürliche und übernatürliche Schöpfungsgeſchichten.

Dieſe beiden Gruppen entſprechen im Großen und Ganzen den beiden verſchiedenen Hauptformen der menſchlichen Weltanſchauung, welche wir vorher als moniſtiſche (einheitliche) und dualiſtiſche (zwieſpältige) Naturauffaſſung gegenüber geſtellt haben. Die gewöhnliche dualiſtiſche oder teleologiſche (vitale) Weltanſchauung muß die organiſche Natur als das zweckmäßig ausgeführte Produkt eines planvoll wirkenden Schöpfers anſehen. Sie muß in jeder einzelnen Thier- und Pflanzenart einen „verkörperten Schöpfungsgedanken"

erblicken, den materiellen Ausdruck einer zweckmäßig thätigen Endursache oder einer zweckthätigen Ursache (causa finalis). Sie muß nothwendig übernatürliche (nicht mechanische) Vorgänge für die Entstehung der Organismen in Anspruch nehmen. Wir dürfen sie daher mit Recht als übernatürliche Schöpfungsgeschichte bezeichnen. Von allen hierher gehörigen teleologischen Schöpfungsgeschichten gewann diejenige des Moses den größten Einfluß, da sie durch so bedeutende Naturforscher, wie Linné, selbst in der Naturwissenschaft allgemeinen Eingang fand. Auch die Schöpfungsansichten von Cuvier und Agassiz, und überhaupt von der großen Mehrzahl der Naturforscher sowohl als der Laien gehören in diese Gruppe.

Die von Darwin ausgebildete Entwickelungstheorie dagegen, welche wir hier als natürliche Schöpfungsgeschichte zu behandeln haben, und welche bereits von Goethe und Lamarck aufgestellt wurde, muß, wenn sie folgerichtig durchgeführt wird, schließlich nothwendig zu der monistischen oder mechanischen (causalen) Weltanschauung hinführen. Im Gegensatz zu jener dualistischen oder teleologischen Naturauffassung betrachtet dieselbe die Formen der organischen Naturkörper, ebenso wie diejenigen der anorganischen, als die nothwendigen Produkte natürlicher Kräfte. Sie erblickt in den einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht verkörperte Gedanken des persönlichen Schöpfers, sondern den zeitweiligen Ausdruck eines mechanischen Entwickelungsganges der Materie, den Ausdruck einer nothwendig wirkenden Ursache oder einer mechanischen Ursache (causa efficiens). Wo der teleologische Dualismus in den Schöpfungswundern die willkürlichen Einfälle eines launenhaften Schöpfers aufsucht, da findet der causale Monismus in den Entwickelungsprozessen die nothwendigen Wirkungen ewiger und unabänderlicher Naturgesetze.

Man hat diesen, hier von uns vertretenen Monismus auch oft für identisch mit dem Materialismus erklärt. Da man demgemäß auch den Darwinismus und überhaupt die ganze Ent-

wickelungstheorie als „materialiſtiſch“ bezeichnet hat, ſo kann ich nicht umhin, ſchon hier mich von vornherein gegen die Zweideutigkeit dieſer Bezeichnung und gegen die Argliſt, mit welcher dieſelbe von gewiſſen Seiten zur Verketzerung unſerer Lehre benutzt wird, ausdrücklich zu verwahren.

Unter dem Ausdruck „Materialismus“ werden ſehr allgemein zwei gänzlich verſchiedene Dinge mit einander verwechſelt und vermengt, die im Grunde gar Nichts mit einander zu thun haben, nämlich der naturwiſſenſchaftliche und der ſittliche Materialismus. Der naturwiſſenſchaftliche Materialismus, welcher mit unſerem Monismus identiſch iſt, behauptet im Grunde weiter nichts, als daß Alles in der Welt mit natürlichen Dingen zugeht, daß jede Wirkung ihre Urſache und jede Urſache ihre Wirkung hat. Er ſtellt alſo über die Geſammtheit aller uns erkennbaren Erſcheinungen das Cauſal-Geſetz, oder das Geſetz von dem nothwendigen Zuſammenhang von Urſache und Wirkung. Er verwirft dagegen entſchieden jeden Wunderglauben und jede wie immer geartete Vorſtellung von übernatürlichen Vorgängen. Für ihn giebt es daher in dem ganzen Gebiete menſchlicher Erkenntniß nirgends mehr eine wahre Metaphyſik, ſondern überall nur Phyſik. Für ihn iſt der unzertrennliche Zuſammenhang von Stoff, Form und Kraft ſelbſtverſtändlich. Dieſer wiſſenſchaftliche Materialismus iſt auf dem ganzen großen Gebiete der anorganiſchen Naturwiſſenſchaft, in der Phyſik und Chemie, in der Mineralogie und Geologie, längſt ſo allgemein anerkannt, daß kein Menſch mehr über ſeine alleinige Berechtigung im Zweifel iſt. Ganz anders verhält es ſich aber in der Biologie, in der organiſchen Naturwiſſenſchaft, wo man die Geltung deſſelben noch fortwährend von vielen Seiten her beſtreitet, ihm aber nichts Anderes, als das metaphyſiſche Geſpenſt der Lebenskraft, oder gar nur theologiſche Dogmen, entgegenhalten kann. Wenn wir nun aber den Beweis führen können, daß die ganze erkennbare Natur nur Eine iſt, daß dieſelben „ewigen, ehernen, großen Geſetze“ in dem Leben der Thiere und Pflanzen, wie in dem

Wachsthum der Krystalle und in der Triebkraft des Wasserdampfes thätig sind, so werden wir auch auf dem gesammten Gebiete der Biologie, in der Zoologie wie in der Botanik, überall mit demselben Rechte den monistischen oder mechanischen Standpunkt festhalten, mag man denselben nun als „Materialismus" verdächtigen oder nicht. In diesem Sinne ist die ganze exacte Naturwissenschaft, und an ihrer Spitze das Causalgesetz, rein „materialistisch".

Ganz etwas Anderes als dieser naturwissenschaftliche ist der sittliche oder ethische Materialismus, der mit dem ersteren gar Nichts gemein hat. Dieser „eigentliche" Materialismus verfolgt in seiner praktischen Lebensrichtung kein anderes Ziel, als den möglichst raffinirten Sinnengenuß. Er schwelgt in dem traurigen Wahne, daß der rein materielle Genuß dem Menschen wahre Befriedigung geben könne, und indem er diese in keiner Form der Sinnenlust finden kann, stürzt er sich schmachtend von einer zur andern. Die tiefe Wahrheit, daß der eigentliche Werth des Lebens nicht im materiellen Genuß, sondern in der sittlichen That, und daß die wahre Glückseligkeit nicht in äußeren Glücksgütern, sondern nur in tugendhaftem Lebenswandel beruht, ist jenem ethischen Materialismus unbekannt. Daher sucht man denselben auch vergebens bei solchen Naturforschern und Philosophen, deren höchster Genuß der geistige Naturgenuß und deren höchstes Ziel die Erkenntniß der Naturgesetze ist. Diesen Materialismus muß man in den Palästen der Kirchenfürsten und bei allen jenen Heuchlern suchen, welche unter der äußeren Maske frommer Gottesverehrung lediglich hierarchische Tyrannei und materielle Ausbeutung ihrer Mitmenschen erstreben. Stumpf für den unendlichen Adel der sogenannten „rohen Materie" und der aus ihr entspringenden herrlichen Erscheinungswelt, unempfindlich für die unerschöpflichen Reize der Natur, wie ohne Kenntniß von ihren Gesetzen, verketzern dieselben die ganze Naturwissenschaft und die aus ihr entspringende Bildung als sündlichen Materialismus, während sie selbst dem letzteren in der widerlichsten Gestalt fröhnen. Nicht allein die ganze Geschichte der „unfehlbaren" Päpste mit ihrer endlosen Kette von gräulichen Verbrechen,

ſondern auch die widerwärtige Sittengeſchichte der Orthodoxie in allen Religionsformen liefert Ihnen hierfür genügende Beweiſe.

Um nun in Zukunft die übliche Verwechſelung dieſes ganz verwerflichen ſittlichen Materialismus mit unſerem naturphiloſophiſchen Materialismus zu vermeiden, halten wir es für nöthig, den letzteren entweder Monismus oder Realismus zu nennen. Das Prinzip dieſes Monismus iſt daſſelbe, was Kant das „Prinzip des Mechanismus“ nennt, und von dem er ausdrücklich erklärt, daß es ohne daſſelbe überhaupt keine Naturwiſſenſchaft geben könne. Dieſes Prinzip iſt von unſerer „natürlichen Schöpfungsgeſchichte“ ganz untrennbar, und kennzeichnet dieſelbe gegenüber dem teleologiſchen Wunderglauben der übernatürlichen Schöpfungsgeſchichte.

Laſſen Sie uns nun zunächſt einen Blick auf die wichtigſte von allen übernatürlichen Schöpfungsgeſchichten werfen, diejenige des Moſes, wie ſie uns durch die alte Geſchichts- und Geſetzesurkunde des jüdiſchen Volkes, durch die Bibel, überliefert worden iſt. Bekanntlich iſt die moſaiſche Schöpfungsgeſchichte, wie ſie im erſten Kapitel der Geneſis den Eingang zum alten Teſtament bildet, in der ganzen jüdiſchen und chriſtlichen Kulturwelt bis auf den heutigen Tag in allgemeiner Geltung geblieben. Dieſer außerordentliche Erfolg erklärt ſich nicht allein aus der engen Verbindung derſelben mit den jüdiſchen und chriſtlichen Glaubenslehren, ſondern auch aus dem einfachen und natürlichen Ideengang, welcher dieſelbe durchzieht, und welcher vortheilhaft gegen die bunte Schöpfungsmythologie der meiſten anderen Völker des Alterthums abſticht. Zuerſt ſchafft Gott der Herr die Erde als anorganiſchen Weltkörper. Dann ſcheidet er Licht und Finſterniß, darauf Waſſer und Feſtland. Nun erſt iſt die Erde für Organismen bewohnbar geworden und es werden zunächſt die Pflanzen, ſpäter erſt die Thiere erſchaffen, und zwar von den letzteren zuerſt die Bewohner des Waſſers und der Luft, ſpäter erſt die Bewohner des Feſtlandes. Endlich zuletzt von allen Organismen ſchafft Gott den Menſchen, ſich ſelbſt zum Ebenbilde und zum Beherrſcher der Erde.

Zwei große und wichtige Grundgedanken der natürlichen Ent-

wickelungstheorie treten uns in dieser Schöpfungshypothese des Moses mit überraschender Klarheit und Einfachheit entgegen, der Gedanke der Sonderung oder Differenzirung, und der Gedanke der fortschreitenden Entwickelung oder Vervollkommnung. Obwohl Moses diese großen Gesetze der organischen Entwickelung, die wir später als nothwendige Folgerungen der Abstammungslehre nachweisen werden, als die unmittelbare Bildungsthätigkeit eines gestaltenden Schöpfers ansieht, liegt doch darin der erhabenere Gedanke einer fortschreitenden Entwickelung und Differenzirung der ursprünglich einfachen Materie verborgen. Wir können daher dem großartigen Naturverständniß des jüdischen Gesetzgebers und der einfach natürlichen Fassung seiner Schöpfungshypothese unsere gerechte und aufrichtige Bewunderung zollen, ohne darin eine sogenannte „göttliche Offenbarung" zu erblicken. Daß sie dies nicht sein kann, geht einfach schon daraus hervor, daß darin zwei große Grundirrthümer behauptet werden, nämlich erstens der geocentrische Irrthum, daß die Erde der feste Mittelpunkt der ganzen Welt sei, um welchen sich Sonne, Mond und Sterne bewegen; und zweitens der anthropocentrische Irrthum, daß der Mensch das vorbedachte Endziel der irdischen Schöpfung sei, für dessen Dienst die ganze übrige Natur nur geschaffen sei. Der erstere Irrthum wurde durch Kopernikus' Weltsystem im Beginn des sechszehnten, der letztere durch Lamarcks Abstammungslehre im Beginn des neunzehnten Jahrhunderts vernichtet.

Trotzdem durch Kopernikus bereits der geocentrische Irrthum der mosaischen Schöpfungsgeschichte nachgewiesen und damit die Autorität derselben als einer absolut vollkommenen göttlichen Offenbarung aufgehoben wurde, erhielt sich dieselbe dennoch bis auf den heutigen Tag in solchem Ansehen, daß sie in weiten Kreisen das Haupthinderniß für die Annahme einer natürlichen Entwickelungstheorie bildet. Bekanntlich haben selbst viele Naturforscher noch in unserem Jahrhundert versucht, dieselbe mit den Ergebnissen der neueren Naturwissenschaft, insbesondere der Geologie, in Einklang zu bringen, und z. B. die sieben Schöpfungstage des Moses als sieben große geo-

logische Perioden gedeutet. Indessen sind alle diese künstlichen Deutungsversuche so vollkommen verfehlt, daß sie hier keiner Widerlegung bedürfen. Die Bibel ist kein naturwissenschaftliches Werk, sondern eine Geschichts-, Gesetzes- und Religionsurkunde des jüdischen Volkes, deren hoher kulturgeschichtlicher Werth dadurch nicht geschmälert wird, daß sie in allen naturwissenschaftlichen Fragen ohne jede maßgebende Bedeutung und voll von groben Irrthümern ist.

Wir können nun einen großen Sprung von mehr als drei Jahrtausenden machen, von Moses, welcher ungefähr um das Jahr 1480 vor Christus starb, bis auf Linné, welcher 1707 nach Christus geboren wurde. Während dieses ganzen Zeitraums wurde keine Schöpfungsgeschichte aufgestellt, welche eine bleibende Bedeutung gewann, oder deren nähere Betrachtung an diesem Orte von Interesse wäre. Insbesondere während der letzten 1500 Jahre, als das Christenthum die Weltherrschaft gewann, blieb die mit dessen Glaubenslehren verknüpfte mosaische Schöpfungsgeschichte so allgemein herrschend, daß erst das neunzehnte Jahrhundert sich entschieden dagegen aufzulehnen wagte. Selbst der große schwedische Naturforscher Linné, der Begründer der neueren Naturgeschichte, schloß sich in seinem Natursystem auf das Engste an die Schöpfungsgeschichte des Moses an.

Der außerordentliche Fortschritt, welchen Karl Linné in den sogenannten beschreibenden Naturwissenschaften that, besteht bekanntlich in der Aufstellung eines Systems der Thier- und Pflanzenarten, welches er in so folgerichtiger und logisch vollendeter Form durchführte, daß es bis auf den heutigen Tag in vielen Beziehungen die Richtschnur für alle folgenden, mit den Formen der Thiere und Pflanzen sich beschäftigenden Naturforscher geblieben ist. Obgleich das System Linné's ein künstliches war, obgleich er für die Klassifikation der Thier- und Pflanzenarten nur einzelne Theile als Eintheilungsgrundlagen hervorsuchte und anwendete, hat dennoch dieses System sich den größten Erfolg errungen, erstens durch seine konsequente Durchführung, und zweitens durch seine ungemein wichtig gewordene Benennungsweise der Naturkörper, auf welche wir hier nothwendig sogleich

einen Blick werfen müſſen. Nachdem man nämlich vor Linné ſich vergeblich abgemüht hatte, in das unendliche Chaos der ſchon damals bekannten verſchiedenen Thier- und Pflanzenformen durch irgend eine paſſende Namengebung und Zuſammenſtellung Licht zu bringen, gelang es Linné durch Aufſtellung der ſogenannten „binären Nomenklatur" mit einem glücklichen Griff dieſe wichtige und ſchwierige Aufgabe zu löſen. Die binäre Nomenklatur oder die zweifache Benennung, wie ſie Linné zuerſt aufſtellte, wird noch heutigen Tages ganz allgemein von allen Zoologen und Botanikern angewendet und wird ſich unzweifelhaft ſehr lange noch in gleicher Geltung erhalten. Sie beſteht darin, daß jede Thier- und Pflanzenart mit zwei Namen bezeichnet wird, welche ſich ähnlich verhalten, wie Tauf- und Familiennamen der menſchlichen Individuen. Der beſondere Name, welcher dem menſchlichen Taufnamen entſpricht, und welcher den Begriff der Art (Species) ausdrückt, dient zur gemeinſchaftlichen Bezeichnung aller thieriſchen oder pflanzlichen Einzelweſen, welche in allen weſentlichen Formeigenſchaften ſich gleich ſind, und ſich nur durch ganz untergeordnete Merkmale unterſcheiden. Der allgemeinere Name dagegen, welcher dem menſchlichen Familiennamen entſpricht, und welcher den Begriff der Gattung (Genus) ausdrückt, dient zur gemeinſchaftlichen Bezeichnung aller nächſt ähnlichen Arten oder Species. Der allgemeinere, umfaſſende Genusname wird nach Linné's allgemein gültiger Benennungsweiſe vorangeſetzt; der beſondere, untergeordnete Speciesname folgt ihm nach. So z. B. heißt die Hauskatze Felis domestica, die wilde Katze Felis catus, der Panther Felis pardus, der Jaguar Felis onca, der Tiger Felis tigris, der Löwe Felis leo; alle ſechs Raubthierarten ſind verſchiedene Species eines und deſſelben Genus: Felis. Oder, um ein Beiſpiel aus der Pflanzenwelt hinzuzufügen, ſo heißt nach Linné's Benennung die Fichte Pinus abies, die Tanne Pinus picea, die Lärche Pinus larix, die Pinie Pinus pinea, die Zirbelkiefer Pinus cembra, das Knieholz Pinus mughus, die gewöhnliche Kiefer Pinus silvestris; alle ſieben Nadelholzarten ſind verſchiedene Species eines und deſſelben Genus: Pinus.

Vielleicht ſcheint Ihnen dieſer von Linné herbeigeführte Fortſchritt in der praktiſchen Unterſcheidung und Benennung der vielgeſtaltigen Organismen nur von untergeordneter Wichtigkeit zu ſein. Allein in Wirklichkeit war er von der allergrößten Bedeutung, und zwar ſowohl in praktiſcher als in theoretiſcher Beziehung. Denn es wurde nun erſt möglich, die Unmaſſe der verſchiedenartigen organiſchen Formen nach dem größeren und geringeren Grade ihrer Aehnlichkeit zuſammenzuſtellen und überſichtlich in dem Fachwerk des Syſtems zu ordnen. Die Regiſtratur dieſes Fachwerks machte Linné dadurch noch überſichtlicher, daß er die nächſtähnlichen Gattungen (Genera) in ſogenannte Ordnungen (Ordines) zuſammenſtellte, und daß er die nächſtähnlichen Ordnungen in noch umfaſſenderen Hauptabtheilungen, den Klaſſen (Classes) vereinigte. Es zerfiel alſo zunächſt jedes der beiden organiſchen Reiche nach Linné in eine geringe Anzahl von Klaſſen; das Pflanzenreich in 24 Klaſſen, das Thierreich in 6 Klaſſen. Jede Klaſſe enthielt wieder mehrere Ordnungen. Jede einzelne Ordnung konnte eine Mehrzahl von Gattungen und jede einzelne Gattung wiederum mehrere Arten enthalten.

Nicht minder bedeutend aber, als der unſchätzbare praktiſche Nutzen, welchen Linné's binäre Nomenklatur ſofort für eine überſichtliche ſyſtematiſche Unterſcheidung, Benennung, Anordnung und Eintheilung der organiſchen Formenwelt hatte, war der unberechenbare theoretiſche Einfluß, welchen dieſelbe alsbald auf die geſammte allgemeine Beurtheilung der organiſchen Formen, und ganz beſonders auf die Schöpfungsgeſchichte gewann. Noch heute drehen ſich alle die wichtigen Grundfragen, welche wir vorher kurz erörterten, zuletzt um die Entſcheidung der ſcheinbar ſehr abgelegenen und unwichtigen Vorfrage, was denn eigentlich die Art oder Species iſt? Noch heute kann der Begriff der organiſchen Species als der Angelpunkt der ganzen Schöpfungsfrage bezeichnet werden, als der ſtreitige Mittelpunkt, um deſſen verſchiedene Auffaſſung ſich alle Darwiniſten und Antidarwiniſten herumſchlagen.

Nach der Meinung Darwins und ſeiner Anhänger ſind die

verſchiedenen Species einer und derſelben Gattung von Thieren und Pflanzen weiter nichts, als verſchiedenartig entwickelte Abkömmlinge einer und derſelben urſprünglichen Stammform. Die verſchiedenen vorhin genannten Nadelholzarten würden demnach von einer einzigen urſprünglichen Pinusform abſtammen. Ebenſo würden alle oben angeführten Katzenarten aus einer einzigen gemeinſamen Felisform ihren Urſprung ableiten, dem Stammvater der ganzen Gattung. Weiterhin müßten dann aber, der Abſtammungslehre entſprechend, auch alle verſchiedenen Gattungen einer und derſelben Ordnung von einer einzigen gemeinſchaftlichen Urform abſtammen, und ebenſo endlich alle Ordnungen einer Klaſſe von einer einzigen Stammform.

Nach der entgegengeſetzten Vorſtellung der Gegner Darwins ſind dagegen alle Thier- und Pflanzenſpecies ganz unabhängig von einander, und nur die Einzelweſen oder Individuen einer jeden Species ſtammen von einer einzigen gemeinſamen Stammform ab. Fragen wir ſie nun aber, wie ſie ſich denn dieſe urſprünglichen Stammformen der einzelnen Arten entſtanden denken, ſo antworten ſie uns mit einem Sprung in das Unbegreifliche: „ſie ſind als ſolche geſchaffen worden.“

Linné ſelbſt beſtimmte den Begriff der Species bereits in dieſer Weiſe, indem er ſagte: „Es giebt ſoviel verſchiedene Arten, als im Anfang verſchiedene Formen von dem unendlichen Weſen erſchaffen worden ſind.“ („Species tot sunt diversae, quot diversas formas ab initio creavit infinitum ens.“) Er ſchloß ſich alſo in dieſer Beziehung aufs Engſte an die moſaiſche Schöpfungsgeſchichte an, welche ja ebenfalls die Pflanzen und Thiere „ein jegliches nach ſeiner Art“ erſchaffen werden läßt. Näher hierauf eingehend, meinte Linné, daß urſprünglich von jeder Thier- und Pflanzenart entweder ein einzelnes Individuum oder ein Pärchen geſchaffen worden ſei; und zwar ein Pärchen, oder wie Moſes ſagt: „ein Männlein und ein Fräulein“ von jenen Arten, welche getrennte Geſchlechter haben; für jene Arten dagegen, bei welchen jedes Individuum beiderlei Geſchlechtsorgane in ſich vereinigt (Hermaphroditen oder Zwitter) wie z. B. die

Regenwürmer, die Garten- und Weinbergsſchnecken, ſowie die große Mehrzahl der Gewächſe, meinte Linné, ſei es hinreichend, wenn ein einzelnes Individuum erſchaffen worden ſei. Linné ſchloß ſich weiterhin an die moſaiſche Legende auch in Betreff der Sündfluth an, indem er annahm, daß bei dieſer großen allgemeinen Ueberſchwemmung alle vorhandenen Organismen ertränkt worden ſeien, bis auf jene wenigen Individuen von jeder Art (ſieben Paar von den Vögeln und von dem reinen Vieh, ein Paar von dem unreinen Vieh), welche in der Arche Noah gerettet und nach beendigter Sündfluth auf dem Ararat an das Land geſetzt wurden. Die geographiſche Schwierigkeit des Zuſammenlebens der verſchiedenſten Thiere und Pflanzen ſuchte er ſich dadurch zu erklären: der Ararat in Armenien, in einem warmen Klima gelegen, und bis über 16,000 Fuß Höhe aufſteigend, vereinigt in ſich die Bedingungen für den zeitweiligen gemeinſamen Aufenthalt auch ſolcher Thiere, die in verſchiedenen Zonen leben. Es konnten zunächſt alſo die an das Polarklima gewöhnten Thiere auf den kalten Gebirgsrücken hinaufklettern, die an das warme Klima gewöhnten an den Fuß hinabgehen, und die Bewohner der gemäßigten Zone in der Mitte der Berghöhe ſich aufhalten. Von hier aus war die Möglichkeit gegeben, ſich über die Erde nach Norden und Süden zu verbreiten.

Es iſt wohl kaum nöthig, zu bemerken, daß dieſe Schöpfungshypotheſe Linné's, welche ſich offenbar möglichſt eng an den herrſchenden Bibelglauben anzuſchließen ſuchte, keiner ernſtlichen Widerlegung bedarf. Wenn man die ſonſtige Klarheit des ſcharfſinnigen Linné erwägt, darf man vielleicht zweifeln, daß er ſelbſt daran glaubte. Was die gleichzeitige Abſtammung aller Individuen einer jeden Species von je einem Elternpaare (oder bei den hermaphroditiſchen Arten von je einem Stammzwitter) betrifft, ſo iſt ſie offenbar ganz unhaltbar; denn abgeſehen von anderen Gründen, würden ſchon in den erſten Tagen nach geſchehener Schöpfung die wenigen Raubthiere ausgereicht haben, ſämmtlichen Pflanzenfreſſern den Garaus zu machen, wie die pflanzenfreſſenden Thiere die wenigen Individuen

der verschiedenen Pflanzenarten hätten zerstören müssen. Ein solches Gleichgewicht in der Oekonomie der Natur, wie es gegenwärtig existirt, konnte unmöglich stattfinden, wenn von jeder Art nur ein Individuum oder nur ein Paar ursprünglich und gleichzeitig geschaffen wurde.

Wie wenig übrigens Linné auf diese unhaltbare Schöpfungshypothese Gewicht legte, geht unter Anderem daraus hervor, daß er die Bastarderzeugung (Hybridismus) als eine Quelle der Entstehung neuer Arten anerkannte. Er nahm an, daß eine große Anzahl von selbstständigen neuen Species auf diesem Wege, durch geschlechtliche Vermischung zweier verschiedener Species, entstanden sei. In der That kommen solche Bastarde (Hybridae) durchaus nicht selten in der Natur vor, und es ist jetzt erwiesen, daß eine große Anzahl von Arten z. B. aus den Gattungen der Brombeere (Rubus), des Wollkrauts (Verbascum), der Weide (Salix), der Distel (Cirsium) Bastarde von verschiedenen Arten dieser Gattungen sind. Ebenso kennen wir Bastarde von Hasen und Kaninchen (zwei Species der Gattung Lepus), ferner Bastarde verschiedener Arten der Hundegattung (Canis) u. s. w., welche als selbstständige Arten sich fortzupflanzen im Stande sind.

Es ist gewiß sehr bemerkenswerth, daß Linné bereits die physiologische (also mechanische) Entstehung von neuen Species auf diesem Wege der Bastardzeugung behauptete. Offenbar steht dieselbe in unvereinbarem Gegensatze mit der übernatürlichen Entstehung der anderen Species durch Schöpfung, welche er der mosaischen Schöpfungsgeschichte gemäß annahm. Die eine Abtheilung der Species würde demnach durch dualistische (teleologische) Schöpfung, die andere durch monistische (mechanische) Entwickelung entstanden sein.

Das große und wohlverdiente Ansehen, welches sich Linné durch seine systematische Klassifikation und durch seine übrigen Verdienste um die Biologie erworben hatte, war offenbar die Ursache, daß auch seine Schöpfungsansichten das ganze vorige Jahrhundert hindurch unangefochten in voller und ganz allgemeiner Geltung blieben. Wenn nicht die ganze systematische Zoologie und Botanik die

von Linné eingeführte Unterſcheidung, Klaſſifikation und Benennung der Arten, und den damit verbundenen dogmatiſchen Speciesbegriff mehr oder minder unverändert beibehalten hätte, würde man nicht begreifen, daß ſeine Vorſtellung von einer ſelbſtſtändigen Schöpfung der einzelnen Species ſelbſt bis auf den heutigen Tag ihre Herrſchaft behaupten konnte. Nur durch die große Autorität Linné's und durch ſeine Anlehnung an den herrſchenden Bibelglauben war die Erhaltung ſeiner Schöpfungshypotheſe bis auf unſere Zeit möglich.

Dritter Vortrag.

Schöpfungsgeſchichte nach Cuvier und Agaſſiz.

Allgemeine theoretiſche Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterſchied in der theoretiſchen und praktiſchen Beſtimmung des Artbegriffs. Cuviers Definition der Species. Cuviers Verdienſte als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterſcheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Bär. Cuviers Verdienſte um die Paläontologie. Seine Hypotheſe von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieſelben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Urſachen dieſer Revolutionen und der darauf folgenden Neuſchöpfungen. Teleologiſches Naturſyſtem von Agaſſiz. Seine Vorſtellungen vom Schöpfungsplane und deſſen ſechs Kategorien (Gruppenſtufen des Syſtems). Agaſſiz' Anſichten von der Erſchaffung der Species. Grobe Vermenſchlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypotheſe von Agaſſiz. Innere Unhaltbarkeit derſelben und Widerſprüche mit den von Agaſſiz entdeckten wichtigen paläontologiſchen Geſetzen.

Meine Herren! Der entſcheidende Schwerpunkt in dem Meinungskampfe, der von den Naturforſchern über die Entſtehung der Organismen, über ihre Schöpfung oder Entwickelung geführt wird, liegt in den Vorſtellungen, welche man ſich von dem Weſen der Art oder Species macht. Entweder hält man mit Linné die verſchiedenen Arten für ſelbſtſtändige, von einander unabhängige Schöpfungsformen, oder man nimmt mit Darwin deren Blutsverwandtſchaft an. Wenn man Linné's Anſicht theilt (welche wir in dem letzten Vortrag auseinanderſetzten), daß die verſchiedenen organiſchen Species unabhängig von einander entſtanden ſind, daß ſie keine

Blutsverwandtſchaft haben, ſo iſt man zu der Annahme gezwungen, daß dieſelben ſelbſtſtändig erſchaffen ſind; man muß entweder für jedes einzelne organiſche Individuum einen beſonderen Schöpfungsakt annehmen (wozu ſich wohl kein Naturforſcher entſchließen wird), oder man muß alle Individuen einer jeden Art von einem einzigen Individuum oder von einem einzigen Stammpaare ableiten, welches nicht auf natürlichem Wege entſtanden, ſondern durch den Machtſpruch eines Schöpfers in das Daſein gerufen iſt. Damit verläßt man aber das ſichere Gebiet vernunftgemäßer Natur-Erkenntniß und flüchtet ſich in das mythologiſche Reich des Wunderglaubens.

Wenn man dagegen mit Darwin die Formenähnlichkeit der verſchiedenen Arten auf wirkliche Blutsverwandtſchaft bezieht, ſo muß man alle verſchiedenen Species der Thier- und Pflanzenwelt als veränderte Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen, höchſt einfachen, urſprünglichen Stammformen betrachten. Durch dieſe Anſchauung gewinnt das natürliche Syſtem der Organismen (die baumartig verzweigte Anordnung und Eintheilung derſelben in Klaſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten) die Bedeutung eines wirklichen Stammbaums, deſſen Wurzel durch jene uralten längſt verſchwundenen Stammformen gebildet wird. Eine wirklich naturgemäße und folgerichtige Betrachtung der Organismen kann aber auch für dieſe einfachſten urſprünglichen Stammformen keinen übernatürlichen Schöpfungsakt annehmen, ſondern nur eine Entſtehung durch Urzeugung (Archigonie oder Generatio spontanea). Durch Darwins Anſicht von dem Weſen der Species gelangen wir daher zu einer natürlichen Entwickelungstheorie, durch Linné's Auffaſſung des Artbegriffs dagegen zu einem übernatürlichen Schöpfungsdogma.

Die meiſten Naturforſcher nach Linné, deſſen große Verdienſte um die unterſcheidende und beſchreibende Naturwiſſenſchaft ihm das höchſte Anſehen gewannen, traten in ſeine Fußtapfen, und ohne weiter über die Entſtehung der Organiſation nachzudenken, nahmen ſie in dem Sinne Linné's eine ſelbſtſtändige Schöpfung der einzelnen

Arten an, in Uebereinstimmung mit dem mosaischen Schöpfungsbericht. Die Grundlage ihrer Speciesauffassung bildete Linné's Ausspruch: „Es giebt so viele Arten, als ursprünglich verschiedene Formen erschaffen worden sind." Jedoch müssen wir hier, ohne näher auf die Begriffsbestimmung der Species einzugehen, sogleich bemerken, daß alle Zoologen und Botaniker in der systematischen Praxis, bei der praktischen Unterscheidung und Benennung der Thier- und Pflanzenarten, sich nicht im Geringsten um jene angenommene Schöpfung ihrer elterlichen Stammformen kümmerten, und auch wirklich nicht kümmern konnten. In dieser Beziehung macht einer unserer ersten Zoologen, der geistvolle Fritz Müller, folgende treffende Bemerkung: „Wie es in christlichen Landen eine Katechismus-Moral giebt, die Jeder im Munde führt, Niemand zu befolgen sich verpflichtet hält, oder von anderen befolgt zu sehen erwartet, so hat auch die Zoologie ihre Dogmen, die man ebenso allgemein bekennt, als in der Praxis verläugnet." („Für Darwin", S. 71)[16]. Ein solches vernunftwidriges, aber gerade darum mächtiges Dogma, und zwar das mächtigste von allen, ist das angebetete Linné'sche Species-Dogma. Obwohl die allermeisten Naturforscher demselben blindlings sich unterwarfen, waren sie doch natürlich niemals in der Lage, die Abstammung aller zu einer Art gehörigen Individuen von jener gemeinsamen, ursprünglich erschaffenen Stammform der Art nachweisen zu können. Vielmehr bedienten sich sowohl die Zoologen als die Botaniker in ihrer systematischen Praxis ausschließlich der Formähnlichkeit, um die verschiedenen Arten zu unterscheiden und zu benennen. Sie stellten in eine Art oder Species alle organischen Einzelwesen, die einander in der Formbildung sehr ähnlich oder fast gleich waren, und die sich nur durch sehr unbedeutende Formenunterschiede von einander trennen ließen. Dagegen betrachteten sie als verschiedene Arten diejenigen Individuen, welche wesentlichere oder auffallendere Unterschiede in ihrer Körpergestaltung darboten. Natürlich war aber damit der größten Willkür in der systematischen Artunterscheidung Thür und Thor geöffnet. Denn da niemals alle Individuen einer

Species in allen Stücken völlig gleich ſind, vielmehr jede Art mehr oder weniger abändert (variirt), ſo vermochte Niemand zu ſagen, welcher Grad der Abänderung eine wirkliche „gute Art", welcher Grad bloß eine Spielart oder Raſſe (Varietät) bezeichne.

Nothwendig mußte dieſe dogmatiſche Auffaſſung des Speciesbegriffes und die damit verbundene Willkür zu den unlösbarſten Widerſprüchen und zu den unhaltbarſten Annahmen führen. Dies zeigt ſich deutlich ſchon bei demjenigen Naturforſcher, welcher nächſt Linné den größten Einfluß auf die Ausbildung der Thierkunde gewann, bei dem berühmten Cuvier (geb. 1769). Er ſchloß ſich in ſeiner Auffaſſung und Beſtimmung des Speciesbegriffs im Ganzen an Linné an, und theilte ſeine Vorſtellung von einer unabhängigen Erſchaffung der einzelnen Arten. Die Unveränderlichkeit derſelben hielt Cuvier für ſo wichtig, daß er ſich bis zu dem thörichten Ausſpruche verſtieg: „die Beſtändigkeit der Species iſt eine nothwendige Bedingung für die Exiſtenz der wiſſenſchaftlichen Naturgeſchichte." Da Linné's Definition der Species ihm nicht genügte, machte er den Verſuch, eine genauere und für die ſyſtematiſche Praxis mehr verwerthbare Begriffsbeſtimmung derſelben zu geben, und zwar in folgender Definition: „Zu einer Art gehören alle diejenigen Individuen der Thiere und der Pflanzen, welche entweder von einander oder von gemeinſamen Stammeltern bewieſenermaßen abſtammen, oder welche dieſen ſo ähnlich ſind, als die letzteren unter ſich."

Cuvier dachte ſich alſo in dieſer Beziehung Folgendes: „Bei denjenigen organiſchen Individuen, von denen wir wiſſen, ſie ſtammen von einer und derſelben Elternform ab, bei denen alſo ihre gemeinſame Abſtammung empiriſch erwieſen iſt, leidet es keinen Zweifel, daß ſie zu einer Art gehören, mögen dieſelben nun wenig oder viel von einander abweichen, mögen ſie faſt gleich oder ſehr ungleich ſein. Ebenſo gehören dann aber zu dieſer Art auch alle diejenigen Individuen, welche von den letzteren (den aus gemeinſamem Stamm empiriſch abgeleiteten) nicht mehr verſchieden ſind, als dieſe unter ſich von einander abweichen." Bei näherer Betrachtung dieſer Species-

definition Cuviers zeigt sich sofort, daß dieselbe weder theoretisch befriedigend, noch praktisch anwendbar ist. Cuvier fing mit dieser Definition bereits an, sich in dem Kreise herum zu drehen, in welchem fast alle folgenden Definitionen der Species im Sinne ihrer Unveränderlichkeit sich bewegt haben.

Bei der außerordentlichen Bedeutung, welche George Cuvier für die organische Naturwissenschaft gewonnen hat, angesichts der fast unbeschränkten Alleinherrschaft, welche seine Ansichten während der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts in der Thierkunde ausübten, erscheint es an dieser Stelle angemessen, seinen Einfluß noch etwas näher zu beleuchten. Es ist dies um so nöthiger, als wir in Cuvier den bedeutendsten Gegner der Abstammungslehre und der monistischen Naturauffassung zu bekämpfen haben.

Unter den vielen und großen Verdiensten Cuviers stehen obenan diejenigen, welche er sich als Gründer der vergleichenden Anatomie erwarb. Während Linné die Unterscheidung der Arten, Gattungen, Ordnungen und Klassen meistens auf äußere Charaktere, auf einzelne, leicht auffindbare Merkmale in der Zahl, Größe, Lage und Gestalt einzelner organischer Theile des Körpers gründete, drang Cuvier viel tiefer in das Wesen der Organisation ein. Er wies große und durchgreifende Verschiedenheiten in dem inneren Bau der Thiere als die wesentliche Grundlage einer wissenschaftlichen Erkenntniß und Klassifikation derselben nach. Er unterschied natürliche Familien in den Thierklassen und er gründete auf deren vergleichende Anatomie sein natürliches System des Thierreichs.

Der Fortschritt von dem künstlichen System Linné's zu dem natürlichen System Cuviers war außerordentlich bedeutend. Linné hatte sämmtliche Thiere in eine einzige Reihe geordnet, welche er in sechs Klassen eintheilte, zwei wirbellose und vier Wirbelthierklassen. Er unterschied dieselben künstlich nach der Beschaffenheit des Blutes und des Herzens. Cuvier dagegen zeigte, daß man im Thierreich vier große natürliche Hauptabtheilungen unterscheiden müsse, welche er Hauptformen oder Generalpläne oder Zweige des Thierreichs (Em-

branchements) nannte, nämlich 1) die Wirbelthiere (Vertebrata), 2) die Gliederthiere (Articulata), 3) die Weichthiere (Mollusca), und 4) die Strahlthiere (Radiata). Er wies ferner nach, daß in jedem dieſer vier Zweige ein eigenthümlicher Bauplan oder Typus erkennbar ſei, welcher dieſen Zweig von jedem der drei andern Zweige unterſcheidet. Bei den Wirbelthieren iſt derſelbe durch die Beſchaffenheit des inneren Skelets oder Knochengerüſtes, ſowie durch den Bau und die Lage des Rückenmarks, abgeſehen von vielen anderen Eigenthümlichkeiten, beſtimmt ausgedrückt. Die Gliederthiere werden durch ihr Bauchmark und ihr Rückenherz charakteriſirt. Für die Weichthiere iſt die ſackartige, ungegliederte Körperform bezeichnend. Die Strahlthiere endlich unterſcheiden ſich von den drei anderen Hauptformen durch die Zuſammenſetzung ihres Körpers aus vier oder mehreren ſtrahlenförmig vereinigten Hauptabſchnitten (Antimeren).

Man pflegt gewöhnlich die Unterſcheidung dieſer vier thieriſchen Hauptformen, welche ungemein fruchtbar für die weitere Entwickelung der Zoologie wurde, Cuvier allein zuzuſchreiben. Indeſſen wurde derſelbe Gedanke faſt gleichzeitig, und unabhängig von Cuvier, von einem der größten, noch lebenden Naturforſcher ausgeſprochen, von Bär, welcher um die Entwickelungsgeſchichte der Thiere ſich die hervorragendſten Verdienſte erwarb. Bär zeigte, daß man auch in der Entwickelungsweiſe der Thiere vier verſchiedene Hauptformen oder Typen unterſcheiden müſſe[20]). Dieſe entſprechen den vier thieriſchen Bauplänen, welche Cuvier auf Grund der vergleichenden Anatomie unterſchieden hatte. So z. B. ſtimmt die individuelle Entwickelung aller Wirbelthiere in ihren Grundzügen von Anfang an ſo ſehr überein, daß man die Keimanlagen oder Embryonen der verſchiedenen Wirbelthiere (z. B. der Reptilien, Vögel und Säugethiere) in der früheſten Zeit gar nicht unterſcheiden kann. Erſt im weiteren Verlaufe der Entwickelung treten allmählich die tieferen Formunterſchiede auf, welche jene verſchiedenen Klaſſen und deren Ordnungen von einander trennen. Ebenſo iſt die Körperanlage, welche ſich bei der individuellen Entwickelung der Gliederthiere

(Inſekten, Spinnen, Krebſe) ausbildet, von Anfang an bei allen Gliederthieren im Weſentlichen gleich, dagegen verſchieden von derjenigen aller Wirbelthiere. Daſſelbe gilt mit gewiſſen Einſchränkungen von den Weichthieren und von den Strahlthieren.

Weder Bär, welcher auf dem Wege der individuellen Entwickelungsgeſchichte (oder Embryologie), noch Cuvier, welcher auf dem Wege der vergleichenden Anatomie zur Unterſcheidung der vier thieriſchen Typen oder Hauptformen gelangte, erkannte die wahre Urſache dieſes typiſchen Unterſchiedes. Dieſe wird uns nur durch die Abſtammungslehre enthüllt. Die wunderbare und wirklich überraſchende Aehnlichkeit in der inneren Organiſation, in den anatomiſchen Strukturverhältniſſen, und die noch merkwürdigere Uebereinſtimmung in der embryonalen Entwickelung bei allen Thieren, welche zu einem und demſelben Typus, z. B. zu dem Zweige der Wirbelthiere, gehören, erklärt ſich in der einfachſten Weiſe durch die Annahme einer gemeinſamen Abſtammung derſelben von einer einzigen Stammform. Entſchließt man ſich nicht zu dieſer Annahme, ſo bleibt jene durchgreifende Uebereinſtimmung der verſchiedenſten Wirbelthiere im inneren Bau und in der Entwickelungsweiſe vollkommen unerklärlich. Sie kann nur durch die Vererbung erklärt werden.

Nächſt der vergleichenden Anatomie der Thiere und der durch dieſe neu begründeten ſyſtematiſchen Zoologie, war es beſonders die Verſteinerungskunde oder Paläontologie, um welche ſich Cuvier die größten Verdienſte erwarb. Wir müſſen dieſer um ſo mehr gedenken, als gerade die paläontologiſchen und die damit verbundenen geologiſchen Anſichten Cuviers in der erſten Hälfte unſeres Jahrhunderts ſich faſt allgemein im höchſten Anſehen erhielten, und der Entwickelung der natürlichen Schöpfungsgeſchichte die größten Hinderniſſe entgegenſtellten.

Die Verſteinerungen oder Petrefakten, deren wiſſenſchaftliche Kenntniß Cuvier im Anfange unſeres Jahrhunderts in umfaſſendſtem Maße förderte und für die Wirbelthiere ganz neu begründete, ſpielen in der „natürlichen Schöpfungsgeſchichte“ eine der

branchements) nannte, nämlich 1) die Wirbelthiere (Vertebrat
2) die Gliederthiere (Articulata), 3) die Weichthiere (Mollusc
und 4) die Strahlthiere (Radiata). Er wies ferner nach, daß
jedem dieſer vier Zweige ein eigenthümlicher Bauplan oder Typ
erkennbar ſei, welcher dieſen Zweig von jedem der drei andern Zwe
unterſcheidet. Bei den Wirbelthieren iſt derſelbe durch die Beſchaff
heit des inneren Skelets oder Knochengerüſtes, ſowie durch den
und die Lage des Rückenmarks, abgeſehen von vielen anderen Eig
thümlichkeiten, beſtimmt ausgedrückt. Die Gliederthiere werden d
ihr Bauchmark und ihr Rückenherz charakteriſirt. Für die Weichth
iſt die ſackartige, ungegliederte Körperform bezeichnend. Die Str
thiere endlich unterſcheiden ſich von den drei anderen Hauptfor
durch die Zuſammenſetzung ihres Körpers aus vier oder meh
ſtrahlenförmig vereinigten Hauptabſchnitten (Antimeren).

Man pflegt gewöhnlich die Unterſcheidung dieſer vier thieri
Hauptformen, welche ungemein fruchtbar für die weitere Entw
lung der Zoologie wurde, Cuvier allein zuzuſchreiben. Im
wurde derſelbe Gedanke faſt gleichzeitig, und unabhängig von
vier, von einem der größten, noch lebenden Naturforſcher a
ſprochen, von Bär, welcher um die Entwickelungsgeſchichte der
ſich die hervorragendſten Verdienſte erwarb. Bär zeigte, daß
auch in der Entwickelungsweiſe der Thiere vier verſchiedene
formen oder Typen unterſcheiden müſſe[20]). Dieſe entſpreche
vier thieriſchen Bauplänen, welche Cuvier auf Grund der v
chenden Anatomie unterſchieden hatte. So z. B. ſtimmt die
viduelle Entwickelung aller Wirbelthiere in ihren Grundzüge
Anfang an ſo ſehr überein, daß man die Keimanlagen oder
bryonen der verſchiedenen Wirbelthiere (z. B. der Reptilien,
und Säugethiere) in der früheſten Zeit gar nicht unterſcheide
Erſt im weiteren Verlaufe der Entwickelung treten allmäh
tieferen Formunterſchiede auf, welche jene verſchiedenen Klaſſ
deren Ordnungen von einander trennen. Ebenſo iſt die Ko
lage, welche ſich bei der individuellen Entwickelung der Glied

[illegible]. [illegible]. [illegible] entwickelt, von Anfang an bei allen [illegible] im Wesentlichen gleich, dagegen verschieden von derje- [illegible] der Wirbelthiere. Dasselbe gilt mit gewissen Einschränkungen [illegible] Weichthieren und von den Strahlthieren.

Aber Bär, welcher auf dem Wege der individuellen Entwicke- [illegible] (oder Embryologie), noch Cuvier, welcher auf dem [illegible] der vergleichenden Anatomie zur Unterscheidung der vier thieri- [illegible] Typen oder Hauptformen gelangte, erkannte die wahre Ursache [illegible] wahren Unterschiedes. Diese wird uns nur durch die Abstam- [illegible] enthüllt. Die wunderbare und wirklich überraschende [illegible] besteht in der inneren Organisation, in den anatomischen Struk- [illegible], und die noch merkwürdigere Uebereinstimmung in der [illegible] Entwickelung bei allen Thieren, welche zu einem und [illegible] Typus, z. B. zu dem Zweige der Wirbelthiere, gehören, [illegible] sich in der einfachsten Weise durch die Annahme einer gemein- [illegible] Abstammung derselben von einer einzigen Stammform. Ent- [illegible] man sich nicht zu dieser Annahme, so bleibt jene durchgreifende [illegible]stimmung der verschiedensten Wirbelthiere im inneren Bau [illegible] der Entwickelungsweise vollkommen unerklärlich. Sie kann [illegible] auf die **Vererbung** erklärt werden.

Nächst der vergleichenden Anatomie der Thiere und der durch [illegible] so begründeten systematischen Zoologie, war es besonders die [illegible]**steinerungskunde oder Paläontologie**, um welche sich [illegible] er die größten Verdienste erwarb. Wir müssen dieser um so [illegible] gedenken, als gerade die paläontologischen und die damit ver- [illegible] geologischen Ansichten Cuviers in der ersten Hälfte unseres [illegible] sich fast allgemein im höchsten Ansehen erhielten, und [illegible]handlung der natürlichen Schöpfungsgeschichte die größten [illegible] entgegenstellten.

Die **Versteinerungen oder Petrefakten**, deren wissen- [illegible] Cuvier im Anfange unseres Jahrhunderts in [illegible] förderte und für die Wirbelthiere ganz neu be- [illegible] in der „natürlichen Schöpfungsgeschichte" eine der

wichtigſten Rollen. Denn dieſe in verſteinertem Zuſtande uns erhaltenen Reſte und Abdrücke von ausgeſtorbenen Thieren und Pflanzen ſind die wahren „Denkmünzen der Schöpfung“, die untrüglichen und unanfechtbaren Urkunden, welche unſere wahrhaftige Geſchichte der Organismen auf unerſchütterlicher Grundlage feſtſtellen. Alle verſteinerten oder foſſilen Reſte und Abdrücke berichten uns von der Geſtalt und dem Bau ſolcher Thiere und Pflanzen, welche entweder die Urahnen und die Voreltern der jetzt lebenden Organismen ſind, oder aber ausgeſtorbene Seitenlinien, die ſich von einem gemeinſamen Stamm mit den jetzt lebenden Organismen abgezweigt haben.

Dieſe unſchätzbar werthvollen Urkunden der Schöpfungsgeſchichte haben ſehr lange Zeit hindurch eine höchſt untergeordnete Rolle in der Wiſſenſchaft geſpielt. Allerdings wurde die wahre Natur derſelben ſchon mehr als ein halbes Jahrtauſend vor Chriſtus ganz richtig erkannt, und zwar von dem großen griechiſchen Philoſophen Xenophanes von Kolophon, demſelben, welcher die ſogenannte eleatiſche Philoſophie begründete und zum erſten Male mit überzeugender Schärfe den Beweis führte, daß alle Vorſtellungen von perſönlichen Göttern nur auf mehr oder weniger grobe Anthropomorphismen oder Vermenſchlichungen hinauslaufen. Xenophanes ſtellte zum erſten Male die Behauptung auf, daß die foſſilen Abdrücke von Thieren und Pflanzen wirkliche Reſte von vormals lebenden Geſchöpfen ſeien, und daß die Berge, in deren Geſtein man ſie findet, früher unter Waſſer geſtanden haben müßten. Aber obſchon auch andere große Philoſophen des Alterthums, und unter dieſen namentlich Ariſtoteles, jene richtige Erkenntniß theilten, blieb dennoch während des rohen Mittelalters allgemein, und bei vielen Naturforſchern ſelbſt noch im vorigen Jahrhundert, die Anſicht herrſchend, daß die Verſteinerungen ſogenannte Naturſpiele ſeien (Lusus naturae), oder Produkte einer unbekannten Bildungskraft der Natur, eines Geſtaltungstriebes (Nisus formativus, Vis plastica). Ueber das Weſen und die Thätigkeit dieſer räthſelhaften und

mystischen Bildungskraft machte man sich die abenteuerlichsten Vorstellungen. Einige glaubten, daß diese bildende Schöpfungskraft, dieselbe, der sie auch die Entstehung der lebenden Thier- und Pflanzenarten zuschrieben, zahlreiche Versuche gemacht habe, Organismen verschiedener Form zu schaffen; diese Versuche seien aber nur theilweise gelungen, häufig fehlgeschlagen, und solche mißglückte Versuche seien die Versteinerungen. Nach Anderen sollten die Petrefakten durch den Einfluß der Sterne im Inneren der Erde entstehen. Andere machten sich eine noch gröbere Vorstellung, daß nämlich der Schöpfer zunächst aus mineralischen Substanzen, z. B. aus Gyps oder Thon, vorläufige Modelle von denjenigen Pflanzen- und Thierformen gemacht habe, die er später in organischer Substanz ausführte, und denen er seinen lebendigen Odem einhauchte; die Petrefakten seien solche rohe, anorganische Modelle. Selbst noch im vorigen Jahrhundert waren solche rohe Ansichten verbreitet, und es wurde z. B. eine besondere „Samenluft" (Aura seminalis) angenommen, welche mit dem Wasser in die Erde dringe und durch Befruchtung der Gesteine die Petrefakten, das „Steinfleisch" (Caro fossilis) bilde.

Sie sehen, es dauerte gewaltig lange, ehe die einfache und naturgemäße Vorstellung zur Geltung gelangte, daß die Versteinerungen wirklich nicht Anderes seien, als das, was schon der einfache Augenschein lehrt: die unverweslichen Ueberbleibsel von gestorbenen Organismen. Zwar wagte der berühmte Maler Leonardo da Vinci schon im fünfzehnten Jahrhundert zu behaupten, daß der aus dem Wasser beständig sich absetzende Schlamm die Ursache der Versteinerungen sei, indem er die auf dem Boden der Gewässer liegenden unverweslichen Kalkschalen der Muscheln und Schnecken umschließe, und allmählich zu festem Gestein erhärte. Das Gleiche behauptete auch im sechszehnten Jahrhundert ein Pariser Töpfer, Palissy, welcher sich durch seine Porzellanerfindung berühmt machte. Allein die sogenannten „Gelehrten von Fach" waren weit entfernt, diese richtigen Aussprüche des einfachen gesunden Menschenverstandes zu würdigen, und erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts,

während der Begründung der neptuniſtiſchen Geologie durch Werner, gewannen dieſelben allgemeine Geltung.

Die Begründung der ſtrengeren wiſſenſchaftlichen Paläontologie fällt jedoch erſt in den Anfang unſeres Jahrhunderts, als Cuvier ſeine klaſſiſchen Unterſuchungen über die verſteinerten Wirbelthiere, und ſein großer Gegner Lamarck ſeine bahnbrechenden Forſchungen über die foſſilen wirbelloſen Thiere, namentlich die verſteinerten Schnecken und Muſcheln, veröffentlichte. In ſeinem berühmten Werke „über die foſſilen Knochen" der Wirbelthiere, insbeſondere der Säugethiere und Reptilien, gelangte Cuvier bereits zur Erkenntniß einiger ſehr wichtigen und allgemeinen paläontologiſchen Geſetze, welche für die Schöpfungsgeſchichte große Bedeutung gewannen. Dahin gehört vor Allen der Satz, daß die ausgeſtorbenen Thierarten, deren Ueberbleibſel wir in den verſchiedenen, über einander liegenden Schichten der Erdrinde verſteinert vorfinden, ſich um ſo auffallender von den jetzt noch lebenden, verwandten Thierarten unterſcheiden, je tiefer jene Erdſchichten liegen, d. h. je früher die Thiere in der Vorzeit lebten. In der That findet man bei jedem ſenkrechten Durchſchnitt der geſchichteten Erdrinde, daß die verſchiedenen, aus dem Waſſer in beſtimmter hiſtoriſcher Reihenfolge abgeſetzten Erdſchichten durch verſchiedene Petrefakten charakteriſirt ſind, und daß dieſe ausgeſtorbenen Organismen denjenigen der Gegenwart um ſo ähnlicher werden, je weiter wir in der Schichtenfolge aufwärts ſteigen, d. h. je jünger die Periode der Erdgeſchichte war, in der ſie lebten, ſtarben, und von den abgelagerten und erhärtenden Schlammſchichten umſchloſſen wurden.

So wichtig dieſe allgemeine Wahrnehmung Cuviers einerſeits war, ſo wurde ſie doch andrerſeits für ihn die Quelle eines folgenſchweren Irrthums. Denn indem er die charakteriſtiſchen Verſteinerungen jeder einzelnen größeren Schichtengruppe, welche während eines Hauptabſchnittes der Erdgeſchichte abgelagert wurde, für gänzlich verſchieden von denen der darüber und der darunter liegenden Schichtengruppe hielt, indem er irrthümlich glaubte, daß niemals eine

und dieſelbe Thierart in zwei auf einander folgenden Schichtengruppen ſich vorfinde, gelangte er zu der falſchen Vorſtellung, welche für die meiſten nachfolgenden Naturforſcher maßgebend wurde, daß eine Reihe von ganz verſchiedenen Schöpfungsperioden aufeinander gefolgt ſei. Jede Periode ſollte ihre ganz beſondere Thier- und Pflanzenwelt, eine ihr eigenthümliche, ſpecifiſche Fauna und Flora beſeſſen haben. Cuvier ſtellte ſich vor, daß die ganze Geſchichte der Erdrinde ſeit der Zeit, ſeit welcher überhaupt lebende Weſen auf der Erdrinde auftraten, in eine Anzahl vollkommen getrennter Perioden oder Hauptabſchnitte zerfalle, und daß die einzelnen Perioden durch eigenthümliche Umwälzungen unbekannter Natur, ſogenannte Revolutionen (Kataklysmen oder Kataſtrophen) von einander geſchieden ſeien. Jede Revolution hatte zunächſt die vollkommene Vernichtung der damals lebenden Thier- und Pflanzenwelt zur Folge, und nach ihrer Beendigung fand eine vollſtändig neue Schöpfung der organiſchen Formen ſtatt. Eine neue Welt von Thieren und Pflanzen, durchweg ſpecifiſch verſchieden von denen der vorhergehenden Geſchichtsperiode, wurde mit einem Male in das Leben gerufen, und bevölkerte nun wieder eine Reihe von Jahrtauſenden hindurch den Erdball, bis ſie plötzlich durch den Eintritt einer neuen Revolution zu Grunde ging.

Von dem Weſen und den Urſachen dieſer Revolutionen ſagte Cuvier ausdrücklich, daß man ſich keine Vorſtellung darüber machen könne, und daß die jetzt wirkſamen Kräfte der Natur zu einer Erklärung derſelben nicht ausreichten. Als natürliche Kräfte oder mechaniſche Agentien, welche in der Gegenwart beſtändig, obwohl langſam, an einer Umgeſtaltung der Erdoberfläche arbeiten, führt Cuvier vier wirkende Urſachen auf: erſtens den Regen, welcher die ſteilen Gebirgsabhänge abſpült und Schutt an deren Fuß anhäuft; zweitens die fließenden Gewäſſer, welche dieſen Schutt fortführen und als Schlamm im ſtehenden Waſſer abſetzen; drittens das Meer, deſſen Brandung die ſteilen Küſtenränder abnagt, und an flachen Küſtenſäumen Dünen aufwirft; und endlich viertens die Vulkane, welche die Schichten der erhärteten Erdrinde durchbrechen und

in die Höhe heben, und welche ihre Auswurfsprodukte aufhäufen und umherſtreuen. Während Cuvier die beſtändige langſame Umbildung der gegenwärtigen Erdoberfläche durch dieſe vier mächtigen Urſachen anerkennt, behauptet er gleichzeitig, daß dieſelben nicht ausgereicht haben könnten, um die Erdrevolutionen der Vorzeit auszuführen, und daß man den anatomiſchen Bau der ganzen Erdrinde nicht durch die nothwendige Wirkung jener mechaniſchen Agentien erklären könne: vielmehr müßten jene wunderbaren, großen Umwälzungen der ganzen Erdoberfläche durch ganz eigenthümliche, uns gänzlich unbekannte Urſachen bewirkt worden ſein; der gewöhnliche Entwickelungsfaden ſei durch dieſe Revolutionen zerriſſen, der Gang der Natur verändert.

Dieſe Anſichten legte Cuvier in einem beſonderen, auch ins Deutſche überſetzten Buche nieder: „Ueber die Revolutionen der Erdoberfläche, und die Veränderungen, welche ſie im Thierreich hervorgebracht haben". Sie erhielten ſich lange Zeit hindurch in allgemeiner Geltung, und wurden das größte Hinderniß für die Entwickelung einer natürlichen Schöpfungsgeſchichte. Denn wenn wirklich ſolche, Alles vernichtende Revolutionen exiſtirt hatten, ſo war natürlich eine Continuität der Artenentwickelung, ein zuſammenhängender Faden der organiſchen Erdgeſchichte gar nicht anzunehmen, und man mußte dann ſeine Zuflucht zu der Wirkſamkeit übernatürlicher Kräfte, zum Eingriff von Wundern in den natürlichen Gang der Dinge nehmen. Nur durch Wunder konnten die Revolutionen der Erde herbeigeführt ſein, und nur durch Wunder konnte nach deren Aufhören, am Anfange jeder neuen Periode, eine neue Thier- und Pflanzenwelt geſchaffen ſein. Für das Wunder hat aber die Naturwiſſenſchaft nirgends einen Platz, ſofern man unter Wunder einen Eingriff übernatürlicher Kräfte in den natürlichen Entwickelungsgang der Materie verſteht.

Ebenſo wie die große Autorität, welche ſich Linné durch die ſyſtematiſche Unterſcheidung und Benennung der organiſchen Arten gewonnen hatte, bei ſeinen Nachfolgern zu einer völligen Verknöcherung des dogmatiſchen Speciesbegriffs, und zu einem wahren Miß-

brauche der ſyſtematiſchen Artunterſcheidung führte; ebenſo wurden die großen Verdienſte, welche ſich Cuvier um Kenntniß und Unterſcheidung der ausgeſtorbenen Arten erworben hatte, die Urſache einer allgemeinen Annahme ſeiner Revolutions- oder Kataſtrophenlehre, und der damit verbundenen grundfalſchen Schöpfungsanſichten. In Folge deſſen hielten während der erſten Hälfte unſeres Jahrhunderts die meiſten Zoologen und Botaniker an der Anſicht feſt, daß eine Reihe unabhängiger Perioden der organiſchen Erdgeſchichte exiſtirt habe; jede Periode ſei durch eine beſtimmte, ihr ganz eigenthümliche Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten ausgezeichnet geweſen; dieſe ſei am Ende der Periode durch eine allgemeine Revolution vernichtet, und nach dem Aufhören der letzteren wiederum eine neue, ſpecifiſch verſchiedene Thier- und Pflanzenwelt erſchaffen worden. Zwar machten ſchon frühzeitig einzelne ſelbſtſtändig denkende Köpfe, vor Allen der große Naturphiloſoph Lamarck, eine Reihe von gewichtigen Gründen geltend, welche dieſe Kataklysmentheorie Cuviers widerlegten, und welche vielmehr auf eine ganz zuſammenhängende und ununterbrochene Entwickelungsgeſchichte der geſammten organiſchen Erdbevölkerung aller Zeiten hinwieſen. Sie behaupteten, daß die Thier- und Pflanzenarten der einzelnen Perioden von denen der nächſt vorhergehenden Periode abſtammen und nur die veränderten Nachkommen der erſteren ſeien. Indeſſen der großen Autorität Cuviers gegenüber vermochte damals dieſe richtige Anſicht noch nicht durchzudringen. Ja ſelbſt nachdem durch Lyells 1830 erſchienene, klaſſiſche Prinzipien der Geologie die Kataſtrophenlehre Cuviers aus dem Gebiete der Geologie gänzlich verdrängt worden war, blieb ſeine Anſicht von der ſpecifiſchen Verſchiedenheit der verſchiedenen organiſchen Schöpfungen trotzdem auf dem Gebiete der Paläontologie noch vielfach in Geltung. (Gen. Morph. II, 312.)

Durch einen ſeltſamen Zufall geſchah es vor fünfzehn Jahren, daß faſt zu derſelben Zeit, als Cuviers Schöpfungsgeſchichte durch Darwins Werk ihren Todesſtoß erhielt, ein anderer berühmter Naturforſcher den Verſuch unternahm, dieſelbe von Neuem zu begründen, und

in ſchroffſter Form als Theil eines teleologiſch-theologiſchen Naturſyſtems durchzuführen. Der Schweizer Geologe Louis Agaſſiz nämlich, welcher durch ſeine von Schimper und Charpentier entlehnten Gletſcher- und Eiszeittheorien einen hohen Ruf erlangt hat, und welcher eine Reihe von Jahren in Nordamerika lebte (geſtorben 1873), begann 1858 die Veröffentlichung eines großartig angelegten Werkes, welches den Titel führt: „Beiträge zur Naturgeſchichte der vereinigten Staaten von Nordamerika“. Der erſte Band dieſer Naturgeſchichte, welche durch den Patriotismus der Nordamerikaner eine für ein ſo großes und koſtſpieliges Werk unerhörte Verbreitung erhielt, führt den Titel: „Ein Verſuch über Klaſſifikation[5])“. Agaſſiz erläutert in dieſem Verſuche nicht allein das natürliche Syſtem der Organismen und die verſchiedenen darauf abzielenden Klaſſifikationsverſuche der Naturforſcher, ſondern auch alle allgemeinen biologiſchen Verhältniſſe, welche darauf Bezug haben. Die Entwickelungsgeſchichte der Organismen, und zwar ſowohl die embryologiſche als die paläontologiſche, ferner die vergleichende Anatomie, ſodann die allgemeine Oekonomie der Natur, die geographiſche und topographiſche Verbreitung der Thiere und Pflanzen, kurz faſt alle allgemeinen Erſcheinungsreihen der organiſchen Natur, kommen in dem Klaſſifikationsverſuche von Agaſſiz zur Beſprechung, und werden ſämmtlich in einem Sinne und von einem Standpunkte aus erläutert, welcher demjenigen Darwins auf das Schroffſte gegenüberſteht. Während das Hauptverdienſt Darwins darin beſteht, natürliche Urſachen für die Entſtehung der Thier- und Pflanzenarten nachzuweiſen, und ſomit die mechaniſche oder moniſtiſche Weltanſchauung auch auf dieſem ſchwierigſten Gebiete der Schöpfungsgeſchichte geltend zu machen, iſt Agaſſiz im Gegentheil überall beſtrebt, jeden mechaniſchen Vorgang aus dieſem ganzen Gebiete völlig auszuſchließen und überall den übernatürlichen Eingriff eines perſönlichen Schöpfers an die Stelle der natürlichen Kräfte der Materie zu ſetzen, mithin eine entſchieden teleologiſche oder dualiſtiſche Weltanſchauung zur Geltung zu bringen. Schon aus dieſem Grunde iſt es gewiß angemeſſen, wenn

ich hier auf die biologiſchen Anſichten von Agaſſiz, und insbeſondere auf ſeine Schöpfungsvorſtellungen, etwas näher eingehe, um ſo mehr, als kein anderes Werk unſerer Gegner jene wichtigen allgemeinen Grundfragen mit gleicher Ausführlichkeit behandelt, und als zugleich die völlige Unhaltbarkeit ihrer dualiſtiſchen Weltanſchauung ſich daraus auf das Klarſte ergiebt.

Die organiſche Art oder Species, deren verſchiedenartige Auffaſſung wir oben als den eigentlichen Angelpunkt der entgegengeſetzten Schöpfungsanſichten bezeichnet haben, wird von Agaſſiz, ebenſo wie von Cuvier und Linné, als eine in allen weſentlichen Merkmalen unveränderliche Geſtalt angeſehen; zwar können die Arten innerhalb enger Grenzen abändern oder variiren, aber nur in unweſentlichen, niemals in weſentlichen Eigenthümlichkeiten. Niemals können aus den Abänderungen oder Varietäten einer Art wirklich neue Species hervorgehen. Keine von allen organiſchen Arten ſtammt alſo jemals von einer anderen ab; vielmehr iſt jede einzelne für ſich von Gott geſchaffen worden. Jede einzelne Thierart iſt, wie ſich Agaſſiz ausdrückt, ein verkörperter Schöpfungsgedanke Gottes.

In ſchroffem Gegenſatz zu der durch die paläontologiſche Erfahrung feſtgeſtellten Thatſache, daß die Zeitdauer der einzelnen organiſchen Arten eine höchſt ungleiche iſt, und daß viele Species unverändert durch mehrere aufeinander folgende Perioden der Erdgeſchichte hindurchgehen, während Andere nur einen kleinen Bruchtheil einer ſolchen Periode durchlebten, behauptet Agaſſiz, daß niemals eine und dieſelbe Species in zwei verſchiedenen Perioden vorkomme, und daß vielmehr jede einzelne Periode durch eine ganz eigenthümliche, ihr ausſchließlich angehörige Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten charakteriſirt ſei. Er theilt ferner Cuviers Anſicht, daß durch die großen und allgemeinen Revolutionen der Erdoberfläche, welche je zwei auf einander folgende Perioden trennten, jene ganze Bevölkerung vernichtet und nach deren Untergang eine neue, davon ſpecifiſch verſchiedene geſchaffen wurde. Dieſe Neuſchöpfung läßt Agaſſiz in der Weiſe geſchehen, daß jedesmal die geſammte Erdbevölkerung in

ihrer durchſchnittlichen Individuenzahl und in den der Oekonomie der Natur entſprechenden Wechſelbeziehungen der einzelnen Arten vom Schöpfer als Ganzes plötzlich in die Welt geſetzt worden ſei. Hiermit tritt er einem der beſtbegründeten und wichtigſten Geſetze der Thier- und Pflanzengeographie entgegen, dem Geſetze nämlich, daß jede Species einen einzigen urſprünglichen Entſtehungsort oder einen ſogenannten Schöpfungsmittelpunkt beſitzt, von dem aus ſie ſich über die übrige Erde allmählich verbreitet hat. Statt deſſen läßt Agaſſiz jede Species an verſchiedenen Stellen der Erdoberfläche und ſogleich in einer größeren Anzahl von Individuen geſchaffen werden.

Das natürliche Syſtem der Organismen, deſſen verſchiedene über einander geordnete Gruppenſtufen oder Kategorien, die Zweige, Klaſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, wir der Abſtammungslehre gemäß als verſchiedene Aeſte und Zweige des gemeinſchaftlichen organiſchen Stammbaumes betrachten, iſt nach Agaſſiz der unmittelbare Ausdruck des göttlichen Schöpfungsplanes, und indem der Naturforſcher das natürliche Syſtem erforſcht, denkt er die Schöpfungsgedanken Gottes nach. Hierin findet Agaſſiz den kräftigſten Beweis dafür, daß der Menſch das Ebenbild und Kind Gottes iſt. Die verſchiedenen Gruppenſtufen oder Kategorien des natürlichen Syſtems entſprechen den verſchiedenen Stufen der Ausbildung, welche der göttliche Schöpfungsplan erlangt hatte. Beim Entwurf und bei der Ausführung dieſes Planes vertiefte ſich der Schöpfer, von allgemeinſten Schöpfungsideen ausgehend, immer mehr in die beſonderen Einzelheiten. Was alſo z. B. das Thierreich betrifft, ſo hatte Gott bei deſſen Schöpfung zunächſt vier grundverſchiedene Ideen vom Thierkörper, welche er in dem verſchiedenen Bauplane der vier großen Hauptformen, Typen oder Zweige des Thierreichs verkörperte, in den Wirbelthieren, Gliederthieren, Weichthieren und Strahlthieren. Indem nun der Schöpfer darüber nachdachte, in welcher Art und Weiſe er dieſe vier verſchiedenen Baupläne mannichfaltig ausführen könne, ſchuf er zunächſt innerhalb jeder der vier Hauptformen mehrere verſchiedene Klaſſen, z. B. in der Wirbelthierform die Klaſſen

der Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische. Weiterhin vertiefte sich dann Gott in die einzelnen Klassen und brachte durch verschiedene Abstufungen im Bau jeder Klasse deren einzelne Ordnungen hervor. Durch weitere Variation der Ordnungsform erschuf er die natürlichen Familien. Indem der Schöpfer ferner in jeder Familie die letzten Struktureigenthümlichkeiten einzelner Theile variirte, entstanden die Gattungen oder Genera. Endlich zuletzt ging Gott im weiteren Ausdenken seines Schöpfungsplanes so sehr ins Einzelne, daß die einzelnen Arten oder Species ins Leben traten. Diese sind also die verkörperten Schöpfungsgedanken der speciellsten Art. Zu bedauern ist dabei nur, daß der Schöpfer diese seine speciellsten und am tiefsten durchgedachten „Schöpfungsgedanken" in so sehr unklarer und lockerer Form ausdrückte und ihnen einen so verschwommenen Stempel aufprägte, eine so freie Variations-Erlaubniß mitgab, daß kein einziger Naturforscher im Stande ist, die „guten" von den „schlechten Arten", die echten „Species" von den Spielarten, Varietäten, Rassen u. s. w. zu unterscheiden. (Gen. Morph. II, 374.)

Sie sehen, der Schöpfer verfährt nach Agassiz' Vorstellung beim Hervorbringen der organischen Formen genau ebenso wie ein menschlicher Baukünstler, der sich die Aufgabe gestellt hat, möglichst viel verschiedene Bauwerke, zu möglichst mannichfaltigen Zwecken, in möglichst abweichendem Style, in möglichst verschiedenen Graden der Einfachheit, Pracht, Größe und Vollkommenheit auszudenken und auszuführen. Dieser Architekt würde zunächst vielleicht für alle diese Gebäude vier verschiedene Style anwenden, etwa den gothischen, byzantinischen, chinesischen und Roccocostyl. In jedem dieser Style würde er eine Anzahl von Kirchen, Palästen, Kasernen, Gefängnissen und Wohnhäusern bauen. Jede dieser verschiedenen Gebäudeformen würde er in roheren und vollkommneren, in größeren und kleineren, in einfachen und prächtigen Arten ausführen u. s. w. Insofern wäre jedoch der menschliche Architekt vielleicht noch besser als der göttliche Schöpfer daran, daß ihm in der Anzahl der Gruppenstufen alle Freiheit gelassen wäre. Der Schöpfer dagegen darf sich

nach Agaſſiz immer nur innerhalb der genannten ſechs Gruppenſtufen oder Kategorien bewegen, innerhalb der Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klaſſe und Typus. Mehr als dieſe ſechs Kategorien giebt es für ihn nicht.

Wenn Sie in Agaſſiz' Werk über die Klaſſifikation ſelbſt die weitere Ausführung und Begründung dieſer ſeltſamen Anſichten leſen, ſo werden Sie kaum begreifen, wie man mit allem Anſchein wiſſenſchaftlichen Ernſtes die Vermenſchlichung (den Anthropomorphismus) des göttlichen Schöpfers ſo weit treiben, und eben durch die Ausführung im Einzelnen bis zum verkehrteſten Unſinn ausmalen kann. In dieſer ganzen Vorſtellungsreihe iſt der Schöpfer weiter nichts als ein allmächtiger Menſch, der von Langerweile geplagt, ſich mit dem Ausdenken und Aufbauen möglichſt mannichfaltiger Spielzeuge, der organiſchen Arten, beluſtigt. Nachdem er ſich mit denſelben eine Reihe von Jahrtauſenden hindurch unterhalten, werden ſie ihm langweilig; er vernichtet ſie durch eine allgemeine Revolution der Erdoberfläche, indem er das ganze unnütze Spielzeug in Haufen zuſammenwirft; dann ruft er, um ſich an etwas Neuem und Beſſerem die Zeit zu vertreiben, eine neue und vollkommnere Thier- und Pflanzenwelt ins Leben. Um jedoch nicht die Mühe der ganzen Schöpfungsarbeit von vorn anzufangen, behält er immer den einmal ausgedachten Schöpfungsplan im Großen und Ganzen bei, und ſchafft nur lauter neue Arten, oder höchſtens neue Gattungen, viel ſeltener neue Familien, Ordnungen oder gar Klaſſen. Zu einem neuen Typus oder Style bringt er es nie. Dabei bleibt er immer ſtreng innerhalb jener ſechs Kategorien oder Gruppenſtufen.

Nachdem der Schöpfer ſo nach Agaſſiz' Anſicht ſich Millionen von Jahrtauſenden hindurch mit dem Aufbauen und Zerſtören einer Reihe verſchiedener Schöpfungen unterhalten hatte, kömmt er endlich zuletzt — obwohl ſehr ſpät! — auf den guten Gedanken, ſich ſeinesgleichen zu erſchaffen, und er formt den Menſchen nach ſeinem Ebenbilde! Hiermit iſt das Endziel aller Schöpfungsgeſchichte erreicht und die Reihe der Erdrevolutionen abgeſchloſſen. Der Menſch, das Kind

und Ebenbild Gottes, giebt demselben so viel zu thun, macht ihm so viel Vergnügen und Mühe, daß er nun niemals mehr Langeweile hat, und keine neue Schöpfung mehr eintreten zu lassen braucht. Sie sehen offenbar, wenn man einmal in der Weise, wie Agassiz, dem Schöpfer durchaus menschliche Attribute und Eigenschaften beilegt, und sein Schöpfungswerk durchaus analog einer menschlichen Schöpfungsthätigkeit betrachtet, so ist man nothwendig auch zur Annahme dieser ganz absurden Konsequenzen gezwungen.

Die vielen inneren Widersprüche und die auffallenden Verkehrtheiten der Schöpfungsansichten von Agassiz, welche ihn nothwendig zu dem entschiedensten Widerstand gegen die Abstammungslehre führten, müssen aber um so mehr unser Erstaunen erregen, als derselbe durch seine früheren naturwissenschaftlichen Arbeiten in vieler Beziehung thatsächlich Darwin vorgearbeitet hat, insbesondere durch seine Thätigkeit auf dem paläontologischen Gebiete. Unter den zahlreichen Untersuchungen, welche der jungen Paläontologie schnell die allgemeine Theilnahme erwarben, schließen sich diejenigen von Agassiz, namentlich das berühmte Werk „über die fossilen Fische", zunächst ebenbürtig an die grundlegenden Arbeiten von Cuvier an. Nicht allein haben die versteinerten Fische, mit denen uns Agassiz bekannt machte, eine außerordentlich hohe Bedeutung für das Verständniß der ganzen Wirbelthiergruppe und ihrer geschichtlichen Entwickelung gewonnen; sondern wir sind dadurch auch zur sicheren Erkenntniß wichtiger allgemeiner Entwickelungsgesetze gelangt, die zum Theil von Agassiz zuerst entdeckt wurden. Insbesondere hat derselbe zuerst auf den merkwürdigen Parallelismus zwischen der embryonalen und der paläontologischen Entwickelung, zwischen der Ontogenie und Phylogenie hingewiesen, eine Uebereinstimmung, welche ich schon vorher (S. 10) als eine der stärksten Stützen für die Abstammungslehre in Anspruch genommen habe. Niemand hatte vorher so bestimmt, wie es Agassiz that, hervorgehoben, daß von den Wirbelthieren zuerst nur Fische allein existirt haben, daß erst später Amphibien auftraten, und daß erst in noch viel späterer Zeit Vögel und Säugethiere er-

ſchienen; daß ferner von den Säugethieren, ebenſo wie von den Fiſchen, anfangs unvollkommnere, niedere Ordnungen, ſpäter erſt vollkommnere und höhere auftraten. Agaſſiz zeigte mithin, daß die paläontologiſche Entwickelung der ganzen Wirbelthiergruppe nicht allein der embryonalen parallel ſei, ſondern auch der ſyſtematiſchen Entwickelung, d. h. der Stufenleiter, welche wir überall im Syſtem von den niederen zu den höheren Klaſſen, Ordnungen u. ſ. w. aufſteigend erblicken. Zuerſt erſchienen in der Erdgeſchichte nur niedere, ſpäter erſt höhere Formen. Dieſe wichtige Thatſache erklärt ſich, ebenſo wie die Uebereinſtimmung der embryonalen und paläontologiſchen Entwickelung, ganz einfach und natürlich aus der Abſtammungslehre, während ſie ohne dieſe ganz unerklärlich iſt. Daſſelbe gilt ferner auch von dem großen Geſetz der fortſchreitenden Entwickelung, von dem hiſtoriſchen Fortſchritt der Organiſation, welcher ſowohl im Großen und Ganzen in der geſchichtlichen Aufeinanderfolge aller Organismen ſichtbar iſt, als in der beſonderen Vervollkommnung einzelner Theile des Thierkörpers. So z. B. erhielt das Skelet der Wirbelthiere, ihr Knochengerüſt, erſt langſam, allmählich und ſtufenweis den hohen Grad von Vollkommenheit, welchen es jetzt beim Menſchen und den anderen höheren Wirbelthieren beſitzt. Dieſer von Agaſſiz thatſächlich anerkannte Fortſchritt folgt aber mit Nothwendigkeit aus der von Darwin begründeten Züchtungslehre, welche die wirkenden Urſachen deſſelben nachweiſt. Wenn dieſe Lehre richtig iſt, ſo muß nothwendig die Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenarten im Laufe der organiſchen Erdgeſchichte ſtufenweiſe zunehmen, und konnte erſt in neueſter Zeit ihre höchſte Ausbildung erlangen.

Alle ſo eben angeführten, nebſt einigen anderen allgemeinen Entwickelungsgeſetzen, welche von Agaſſiz ausdrücklich anerkannt und mit Recht ſtark betont werden, welche ſogar von ihm ſelbſt zum Theil erſt aufgeſtellt wurden, ſind, wie Sie ſpäter ſehen werden, nur durch die Abſtammungslehre erklärbar und bleiben ohne dieſelbe völlig unbegreiflich. Nur die von Darwin entwickelte Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung kann die wahre Urſache derſelben ſein.

Dagegen stehen sie alle in schroffem und unvereinbarem Gegensatz mit der vorher besprochenen Schöpfungshypothese von Agassiz, und mit allen Vorstellungen von der zweckmäßigen Werkthätigkeit eines persönlichen Schöpfers. Will man im Ernst durch die letztere jene merkwürdigen Erscheinungen und ihren inneren Zusammenhang erklären, so verirrt man sich nothwendig zu der Annahme, daß auch der Schöpfer selbst sich mit der organischen Natur, die er schuf und umbildete, entwickelt habe. Man kann sich dann nicht mehr von der Vorstellung los machen, daß der Schöpfer selbst nach Art des menschlichen Organismus seine Pläne entworfen, verbessert und endlich unter vielen Abänderungen ausgeführt habe. „Es wächst der Mensch mit seinen höher'n Zwecken". Wenn es nach der Ehrfurcht, mit der Agassiz auf jeder Seite vom Schöpfer spricht, scheinen könnte, daß wir dadurch zur erhabensten Vorstellung von seinem Wirken in der Natur gelangen, so findet in Wahrheit das Gegentheil statt. Der göttliche Schöpfer wird dadurch zu einem idealisirten Menschen erniedrigt, zu einem in der Entwickelung fortschreitenden Organismus. Gott ist im Grunde nach dieser Vorstellung weiter Nichts, als ein „gasförmiges Wirbelthier". (Gen. Morph. I, 174.)

Bei der weiten Verbreitung und dem hohen Ansehen, welches sich Agassiz' Werk erworben hat, und welches in Anbetracht der früheren wissenschaftlichen Verdienste des Verfassers wohl gerechtfertigt ist, glaubte ich es Ihnen schuldig zu sein, die gänzliche Unhaltbarkeit seiner allgemeinen Ansichten hier kurz hervorzuheben. Sofern dies Werk eine naturwissenschaftliche Schöpfungsgeschichte sein will, ist dasselbe unzweifelhaft gänzlich verfehlt. Es hat aber hohen Werth, als der einzige ausführliche und mit wissenschaftlichen Beweisgründen geschmückte Versuch, den in neuerer Zeit ein hervorragender Naturforscher zur Begründung einer teleologischen oder dualistischen Schöpfungsgeschichte unternommen hat. Die innere Unmöglichkeit einer solchen wird dadurch klar vor Jedermanns Augen gelegt. Kein Gegner von Agassiz hätte vermocht, die von ihm entwickelte dualistische Anschauung von der organischen Natur und ihrer Entstehung

ſo ſchlagend zu widerlegen, als ihm dies ſelbſt durch die überall hervortretenden inneren Widerſprüche gelungen iſt.

Die Gegner der moniſtiſchen oder mechaniſchen Weltanſchauung haben das Werk von Agaſſiz mit Freuden begrüßt und erblicken darin eine vollendete Beweisführung für die unmittelbare Schöpfungsthätigkeit eines perſönlichen Gottes. Allein ſie überſehen dabei, daß dieſer perſönliche Schöpfer bloß ein mit menſchlichen Attributen ausgerüſteter, idealiſirter Organismus iſt. Dieſe niedere dualiſtiſche Gottesvorſtellung entſpricht einer niederen thieriſchen Entwickelungsſtufe des menſchlichen Organismus. Der höher entwickelte Menſch der Gegenwart iſt befähigt und berechtigt zu jener unendlich edleren und erhabeneren Gottesvorſtellung, welche allein mit der moniſtiſchen Weltanſchauung verträglich iſt, und welche Gottes Geiſt und Kraft in allen Erſcheinungen ohne Ausnahme erblickt. Dieſe moniſtiſche Gottesidee, welcher die Zukunft gehört, hat ſchon Giordano Bruno einſt mit den Worten ausgeſprochen: „Ein Geiſt findet ſich in allen Dingen, und es iſt kein Körper ſo klein, daß er nicht einen Theil der göttlichen Subſtanz in ſich enthielte, wodurch er beſeelt wird.“ Dieſe veredelte Gottesidee iſt es, von welcher Goethe ſagt: „Gewiß es giebt keine ſchönere Gottesverehrung, als diejenige, welche kein Bild bedarf, welche aus dem Wechſelgeſpräch mit der Natur in unſerem Buſen entſpringt.“ Durch ſie gelangen wir zu der erhabenen Vorſtellung von der Einheit Gottes und der Natur.

Vierter Vortrag.

Entwickelungstheorie nach Goethe und Oken.

Wiſſenſchaftliche Unzulänglichkeit aller Vorſtellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengeſetzten Entwickelungstheorien. Geſchichtlicher Ueberblick über die wichtigſten Entwickelungstheorien. Ariſtoteles. Seine Lehre von der Urzeugung. Die Bedeutung der Naturphiloſophie. Goethe. Seine Verdienſte als Naturforſcher. Seine Metamorphoſe der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwiſchenkiefers beim Menſchen. Goethe's Theilnahme an dem Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethe's Entdeckung der beiden organiſchen Bildungstriebe, des konſervativen Specifikationstriebes (der Vererbung), und des progreſſiven Umbildungstriebes (der Anpaſſung). Goethe's Anſicht von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere mit Inbegriff des Menſchen. Entwickelungstheorie von Gottfried Reinhold Treviranus. Seine moniſtiſche Naturauffaſſung. Oken. Seine Naturphiloſophie. Okens Vorſtellung vom Urſchleim (Protoplasmatheorie). Okens Vorſtellung von den Infuſorien (Zellentheorie). Okens Entwickelungstheorie.

Meine Herren! Alle verſchiedenen Vorſtellungen, welche wir uns über eine ſelbſtſtändige, von einander unabhängige Entſtehung der einzelnen organiſchen Arten durch Schöpfung machen können, laufen, folgerichtig durchdacht, auf einen ſogenannten Anthropomorphismus, d. h. auf eine Vermenſchlichung des Schöpfers hinaus, wie wir in dem letzten Vortrage bereits gezeigt haben. Es wird da der Schöpfer zu einem Organismus, der ſich einen Plan entwirft, dieſen Plan durchdenkt und verändert, und ſchließlich die Geſchöpfe nach dieſem Plane ausführt, wie ein menſchlicher Architekt

ſein Bauwerk. Wenn ſelbſt ſo hervorragende Naturforſcher wie Linné, Cuvier und Agaſſiz, die Hauptvertreter der dualiſtiſchen Schöpfungshypotheſe, zu keiner genügenderen Anſicht gelangen konnten, ſo wird daraus am beſten die Unzulänglichkeit aller derjenigen Vorſtellungen hervorgehen, welche die Mannichfaltigkeit der organiſchen Natur aus einer ſolchen Schöpfung der einzelnen Arten ableiten wollen. Es haben zwar einige Naturforſcher, welche das wiſſenſchaftlich ganz Unbefriedigende dieſer Vorſtellungen einſahen, verſucht, den Begriff des perſönlichen Schöpfers durch denjenigen einer unbewußt wirkenden ſchöpferiſchen Naturkraft zu erſetzen; indeſſen iſt dieſer Ausdruck offenbar eine bloße umſchreibende Redensart, ſobald nicht näher gezeigt wird, worin dieſe Naturkraft beſteht, und wie ſie wirkt. Daher haben auch dieſe letzteren Verſuche durchaus keine Geltung in der Wiſſenſchaft errungen. Vielmehr hat man ſich genöthigt geſehen, ſobald man eine ſelbſtſtändige Entſtehung der verſchiedenen Thier- und Pflanzenformen annahm, immer auf ebenſo viele Schöpfungsakte zurückzugreifen, d. h. auf übernatürliche Eingriffe des Schöpfers in den natürlichen Gang der Dinge, der im übrigen ohne ſeine Mitwirkung abläuft.

Nun haben allerdings verſchiedene teleologiſche Naturforſcher, welche die wiſſenſchaftliche Unzuläſſigkeit einer übernatürlichen „Schöpfung“ fühlten, die letztere noch dadurch zu retten geſucht, daß ſie unter Schöpfung „Nichts weiter als eine uns unbekannte, unfaßbare Weiſe der Entſtehung“ verſtanden wiſſen wollten. Dieſer ſophiſtiſchen Ausflucht ſchneidet der treffliche Fritz Müller mit folgender ſchlagenden Gegenbemerkung jeden Rettungspfad ab: „Es ſoll dadurch nur in verblümter Weiſe das verſchämte Geſtändniß ausgeſprochen werden, daß man über die Entſtehung der Arten „gar keine Meinung habe“ und haben wolle. Nach dieſer Erklärung des Wortes würde man ebenſowohl von der Schöpfung der Cholera und der Syphilis, von der Schöpfung einer Feuersbrunſt und eines Eiſenbahnunglücks, wie von der Schöpfung des Menſchen reden können.“ (Jenaiſche Zeitſchrift f. M. u. N. V. Bd. S. 272.)

Gegenüber nun dieser vollständigen wissenschaftlichen Unzulässigkeit aller Schöpfungshypothesen sind wir gezwungen, zu den entgegengesetzten Entwickelungstheorien der Organismen unsere Zuflucht zu nehmen, wenn wir uns überhaupt eine vernünftige Vorstellung von der Entstehung der Organismen machen wollen. Wir sind gezwungen und verpflichtet dazu, selbst wenn diese Entwickelungstheorien nur einen Schimmer von Wahrscheinlichkeit auf eine mechanische, natürliche Entstehung der Thier- und Pflanzenarten fallen lassen; um so mehr aber, wenn, wie Sie sehen werden, diese Theorien eben so einfach und klar, als vollständig und umfassend die gesammten Thatsachen erklären. Diese Entwickelungstheorien sind keineswegs, wie sie oft fälschlich angesehen werden, willkürliche Einfälle, oder beliebige Erzeugnisse der Einbildungskraft, welche nur die Entstehung dieses oder jenes einzelnen Organismus annähernd zu erklären versuchen; sondern sie sind streng wissenschaftlich begründete Theorien, welche von einem festen und klaren Standpunkte aus die Gesammtheit der organischen Naturerscheinungen, und insbesondere die Entstehung der organischen Species auf das Einfachste erklären, und als die nothwendigen Folgen mechanischer Naturvorgänge nachweisen.

Wie ich bereits im zweiten Vortrage Ihnen zeigte, fallen diese Entwickelungstheorien naturgemäß mit derjenigen allgemeinen Weltanschauung zusammen, welche man gewöhnlich als die einheitliche oder monistische, häufig auch als die mechanische oder causale zu bezeichnen pflegt, weil sie nur mechanische oder nothwendig wirkende Ursachen (causae efficientes) zur Erklärung der Naturerscheinungen in Anspruch nimmt. Ebenso fallen auf der anderen Seite die von uns bereits betrachteten übernatürlichen Schöpfungshypothesen mit derjenigen, völlig entgegengesetzten Weltauffassung zusammen, welche man im Gegensatz zur ersteren die zwiespältige oder dualistische, oft auch die teleologische oder vitale nennt, weil sie die organischen Naturerscheinungen aus der Wirksamkeit zweckthätiger oder zweckmäßig wirkender Ursachen (causae finales) ableitet. Gerade in diesem tiefen inneren Zusammenhang der verschiedenen

Schöpfungstheorien mit den höchsten Fragen der Philosophie liegt für uns die Anreizung zu ihrer eingehenden Betrachtung.

Der Grundgedanke, welcher allen natürlichen Entwickelungstheorien nothwendig zu Grunde liegen muß, ist derjenige einer allmählichen Entwickelung aller (auch der vollkommensten) Organismen aus einem einzigen oder aus sehr wenigen, ganz einfachen und ganz unvollkommenen Urwesen, welche nicht durch übernatürliche Schöpfung, sondern durch Urzeugung oder Archigonie (Generatio spontanea) aus anorganischer Materie entstanden. Eigentlich sind in diesem Grundgedanken zwei verschiedene Vorstellungen verbunden, welche aber in tiefem inneren Zusammenhang stehen, nämlich erstens die Vorstellung der Urzeugung oder Archigonie der ursprünglichen Stammwesen, und zweitens die Vorstellung der fortschreitenden Entwickelung der verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammwesen. Diese beiden wichtigen mechanischen Vorstellungen sind die unzertrennlichen Grundgedanken jeder streng wissenschaftlich durchgeführten Entwickelungstheorie. Weil dieselbe eine Abstammung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammarten behauptet, konnten wir sie auch als Abstammungslehre (Descendenztheorie), und weil damit zugleich eine Umbildung der Arten verbunden ist, als Umbildungslehre (Transmutationstheorie) bezeichnen.

Während übernatürliche Schöpfungsgeschichten schon vor vielen Jahrtausenden, in jener unvordenklichen Urzeit entstanden sein müssen, als der Mensch, eben erst aus dem Affenzustande sich entwickelnd, zum ersten Male anfing, eingehender über sich selbst und über die Entstehung der ihn umgebenden Körperwelt nachzudenken, so sind dagegen die natürlichen Entwickelungstheorien nothwendig viel jüngeren Ursprungs. Wir können diesen erst bei gereifteren Kulturvölkern begegnen, denen durch philosophische Bildung die Nothwendigkeit einer natürlichen Ursachenerkenntniß klar geworden war; und auch bei diesen dürfen wir zunächst nur von einzelnen bevorzugten Naturen erwarten, daß sie den Ursprung der Erscheinungswelt ebenso wie deren Ent-

wickelungsgang, als die nothwendige Folge von mechaniſchen, natürlich wirkenden Urſachen erkannten. Bei keinem Volke waren dieſe Vorbedingungen für die Entſtehung einer natürlichen Entwickelungstheorie jemals ſo vorhanden, wie bei den Griechen des klaſſiſchen Alterthums. Dieſen fehlte aber auf der anderen Seite zu ſehr die nähere Bekanntſchaft mit den Thatſachen der Naturvorgänge und ihren Formen, und ſomit die erfahrungsmäßige Grundlage für eine weitere Durchbildung der Entwickelungstheorie. Die exakte Naturforſchung und die überall auf empiriſcher Baſis begründete Naturerkenntniß war ja dem Alterthum ebenſo wie dem Mittelalter faſt ganz unbekannt und iſt erſt eine Errungenſchaft der neueren Zeit. Wir haben daher auch hier keine nähere Veranlaſſung, auf die natürlichen Entwickelungstheorien der verſchiedenen griechiſchen Weltweiſen einzugehen, da denſelben zu ſehr die erfahrungsmäßige Kenntniß ſowohl von der organiſchen als von der anorganiſchen Natur abging, und ſie ſich demgemäß faſt immer nur in luftigen Speculationen verirrten.

Nur einen Mann müſſen wir hier ausnahmsweiſe hervorheben, den größten und den einzigen wahrhaft großen Naturforſcher des Alterthums und des Mittelalters, einen der erhabenſten Genien aller Zeiten: Ariſtoteles. Wie derſelbe in empiriſch-philoſophiſcher Naturerkenntniß und insbeſondere im Verſtändniß der organiſchen Natur, während eines Zeitraums von mehr als zweitauſend Jahren einzig daſteht, beweiſen uns die koſtbaren Reſte ſeiner nur theilweis erhaltenen Werke. Auch von einer natürlichen Enwickelungstheorie finden ſich in denſelben mehrfache Spuren vor. Ariſtoteles nimmt mit voller Beſtimmtheit die Urzeugung als die natürliche Entſtehungsart der niederen organiſchen Weſen an. Er läßt Thiere und Pflanzen aus der Materie ſelbſt durch deren ureigene Kraft entſtehen, ſo z. B. Motten aus Wolle, Flöhe aus faulem Miſt, Milben aus feuchtem Holz u. ſ. w. Da ihm jedoch die Unterſcheidung der organiſchen Species, welche erſt mehr als zweitauſend Jahre ſpäter Linné gelang, unbekannt war, konnte er über deren genealogiſches Verhältniß ſich noch keine Vorſtellungen bilden.

Der Grundgedanke der Entwickelungstheorie, daß die verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten ſich aus gemeinſamen Stammarten durch Umbildung entwickelt haben, konnte natürlich erſt klar ausgeſprochen werden, nachdem die Arten oder Species ſelbſt genauer bekannt geworden, und nachdem auch ſchon die ausgeſtorbenen Species neben den lebenden in Betracht gezogen und eingehender mit letzteren verglichen worden waren. Dies geſchah erſt gegen Ende des vorigen und im Beginn unſeres Jahrhunderts. Erſt im Jahre 1801 ſprach der große Lamarck die Entwickelungstheorie aus, welche er 1809 in ſeiner klaſſiſchen „Philosophie zoologique“ weiter ausführte[2]). Während Lamarck und ſein Landsmann Geoffroy S. Hilaire in Frankreich den Anſichten Cuviers gegenüber traten und eine natürliche Entwickelung der organiſchen Species durch Umbildung und Abſtammung behaupteten, vertraten gleichzeitig in Deutſchland Goethe und Oken dieſelbe Richtung und halfen die Entwickelungstheorie begründen. Da man gewöhnlich alle dieſe Naturforſcher als „Naturphiloſophen“ zu bezeichnen pflegt, und da dieſe vieldeutige Bezeichnung in einem gewiſſen Sinne ganz richtig iſt, ſo erſcheint es mir zunächſt angemeſſen, hier einige Worte über die richtige Würdigung der Naturphiloſophie vorauszuſchicken.

Während man in England ſchon ſeit langer Zeit die Begriffe Naturwiſſenſchaft und Philoſophie faſt als gleichbedeutend anſieht, und mit vollem Recht jeden wahrhaft wiſſenſchaftlich arbeitenden Naturforſcher einen Naturphiloſophen nennt, wird dagegen in Deutſchland ſchon ſeit mehr als einem halben Jahrhundert die Naturwiſſenſchaft ſtreng von der Philoſophie geſchieden, und die naturgemäße Verbindung beider zu einer wahren „Naturphiloſophie“ wird nur von Wenigen anerkannt. An dieſer Verkennung ſind die phantaſtiſchen Ausſchreitungen der früheren deutſchen Naturphiloſophen, Okens, Schellings u. ſ. w. Schuld, welche glaubten, die Naturgeſetze aus ihrem Kopfe konſtruiren zu können, ohne überall auf dem Boden der thatſächlichen Erfahrung ſtehen bleiben zu müſſen. Als ſich dieſe Anmaßungen in ihrer ganzen Leerheit herausgeſtellt hatten, ſchlugen die

Naturforſcher unter der „Nation von Denkern“ in das gerade Gegentheil um, und glaubten, das hohe Ziel der Wiſſenſchaft, die Erkenntniß der Wahrheit, auf dem Wege der nackten ſinnlichen Erfahrung, ohne jede philoſophiſche Gedankenarbeit erreichen zu können. Von nun an, beſonders ſeit dem Jahre 1830, machte ſich bei den meiſten Naturforſchern eine ſtarke Abneigung gegen jede allgemeinere, philoſophiſche Betrachtung der Natur geltend. Man fand nun das eigentliche Ziel der Naturwiſſenſchaft in der Erkenntniß des Einzelnen und glaubte daſſelbe in der Biologie erreicht, wenn man mit Hülfe der feinſten Inſtrumente und Beobachtungsmittel die Formen und die Lebenserſcheinungen aller einzelnen Organismen ganz genau erkannt haben würde. Zwar gab es immerhin unter dieſen ſtreng empiriſchen oder ſogenannten exakten Naturforſchern zahlreiche, welche ſich über dieſen beſchränkten Standpunkt erhoben und das letzte Ziel in einer Erkenntniß allgemeiner Organiſationsgeſetze finden wollten. Indeſſen die große Mehrzahl der Zoologen und Botaniker in den letzten drei bis vier Decennien wollte von ſolchen allgemeinen Geſetzen Nichts wiſſen; ſie geſtanden höchſtens zu, daß vielleicht in ganz entfernter Zukunft, wenn man einmal am Ende aller empiriſchen Erkenntniß angelangt ſein würde, wenn alle einzelnen Thiere und Pflanzen vollſtändig unterſucht worden ſeien, man daran denken könne, allgemeine biologiſche Geſetze zu entdecken.

Wenn man die wichtigſten Fortſchritte, die der menſchliche Geiſt in der Erkenntniß der Wahrheit gemacht hat, zuſammenfaſſend vergleicht, ſo erkennt man bald, daß es ſtets philoſophiſche Gedankenoperationen ſind, durch welche dieſe Fortſchritte erzielt wurden, und daß jene, allerdings nothwendig vorhergehende ſinnliche Erfahrung und die dadurch gewonnene Kenntniß des Einzelnen nur die Grundlage für jene allgemeinen Geſetze liefern. Empirie und Philoſophie ſtehen daher keineswegs in ſo ausſchließendem Gegenſatz zu einander, wie bisher von den meiſten angenommen wurde; ſie ergänzen ſich vielmehr nothwendig. Der Philoſoph, welchem der unumſtößliche Boden der ſinnlichen Erfahrung, der empiriſchen Kenntniß fehlt,

gelangt in ſeinen allgemeinen Speculationen ſehr leicht zu Fehlſchlüſſen, welche ſelbſt ein mäßig gebildeter Naturforſcher ſofort widerlegen kann. Andrerſeits können die rein empiriſchen Naturforſcher, die ſich nicht um philoſophiſche Zuſammenfaſſung ihrer ſinnlichen Wahrnehmungen bemühen, und nicht nach allgemeinen Erkenntniſſen ſtreben, die Wiſſenſchaft nur in ſehr geringem Maße fördern, und der Hauptwerth ihrer mühſam gewonnenen Einzelkenntniſſe liegt in den allgemeinen Reſultaten, welche ſpäter umfaſſendere Geiſter aus denſelben ziehen. Bei einem allgemeinen Ueberblick über den Entwickelungsgang der Biologie ſeit Linné finden Sie leicht, wie dies Bär ausgeführt hat, ein beſtändiges Schwanken zwiſchen dieſen beiden Richtungen, ein Ueberwiegen einmal der empiriſchen (ſogenannten exakten) und dann wieder der philoſophiſchen (ſpeculativen) Richtung. So hatte ſich ſchon zu Ende des vorigen Jahrhunderts, im Gegenſatz gegen Linné's rein empiriſche Schule, eine naturphiloſophiſche Reaktion erhoben, deren bewegende Geiſter, Lamarck, Geoffroy S. Hilaire, Goethe und Oken, durch ihre Gedankenarbeit Licht und Ordnung in das Chaos des aufgehäuften empiriſchen Rohmaterials zu bringen ſuchten. Gegenüber den vielfachen Irrthümern und den zu weit gehenden Speculationen dieſer Naturphiloſophen trat dann Cuvier auf, welcher eine zweite, rein empiriſche Periode herbeiführte. Dieſe erreichte ihre einſeitigſte Entwickelung während der Jahre 1830—1860, und nun folgte ein zweiter philoſophiſcher Rückſchlag, durch Darwins Werk veranlaßt. Man fing nun im letzten Decennium wieder an, ſich zur Erkenntniß der allgemeinen Naturgeſetze hinzuwenden, denen doch ſchließlich alle einzelnen Erfahrungskenntniſſe nur als Grundlage dienen, und durch welche letztere erſt ihren wahren Werth erlangen. Durch die Gedanken-Arbeit der Philoſophie wird die Naturkunde erſt zur wahren Wiſſenſchaft, zur „Naturphiloſophie" (Gen. Morph. I, 63—108).

Unter den großen Naturphiloſophen, denen wir die erſte Begründung einer organiſchen Entwickelungstheorie verdanken, und welche neben Charles Darwin als die Urheber der Abſtammungslehre

glänzen, ſtehen obenan Jean Lamarck und Wolfgang Goethe. Ich wende mich zunächſt zu unſerm theuren Goethe, welcher von Allen uns Deutſchen am nächſten ſteht. Bevor ich Ihnen jedoch ſeine beſonderen Verdienſte um die Entwickelungstheorie erläutere, ſcheint es mir paſſend, Einiges über ſeine Bedeutung als Naturforſcher überhaupt zu ſagen, da dieſelbe gewöhnlich ſehr verkannt wird.

Gewiß die Meiſten unter ihnen verehren Goethe nur als Dichter und Menſchen; nur wenige werden eine Vorſtellung von dem hohen Werth haben, den ſeine naturwiſſenſchaftlichen Arbeiten beſitzen, von dem Rieſenſchritt, mit dem er ſeiner Zeit vorauseilte, — ſo vorauseilte, daß eben die meiſten Naturforſcher der damaligen Zeit ihm nicht nachkommen konnten. Das Mißgeſchick, daß ſeine naturphiloſophiſchen Verdienſte von ſeinen Zeitgenoſſen verkannt wurden, hat Goethe oft ſchmerzlich empfunden. An verſchiedenen Stellen ſeiner naturwiſſenſchaftlichen Schriften beklagt er ſich bitter über die beſchränkten Fachleute, welche ſeine Arbeiten nicht zu würdigen verſtehen, welche den Wald vor lauter Bäumen nicht ſehen, und welche ſich nicht dazu erheben können, aus dem Wuſt des Einzelnen allgemeine Naturgeſetze herauszufinden. Nur zu gerecht iſt ſein Vorwurf: „Der Philoſoph wird gar bald entdecken, daß ſich die Beobachter ſelten zu einem Standpunkt erheben, von welchem ſie ſo viele bedeutend bezügliche Gegenſtände überſehen können.“ Weſentlich allerdings wurde dieſe Verkennung verſchuldet durch den falſchen Weg, auf welchen Goethe in ſeiner Farbenlehre gerieth. Die Farbenlehre, die er ſelbſt als das Lieblingskind ſeiner Muße bezeichnet, iſt in ihren Grundlagen durchaus verfehlt, ſoviel Schönes ſie auch im Einzelnen enthalten mag. Die exakte mathematiſche Methode, mittelſt welcher man allein zunächſt in den anorganiſchen Naturwiſſenſchaften, in der Phyſik vor Allem, Schritt für Schritt auf unumſtößlich feſter Baſis weiter bauen kann, war Goethe durchaus zuwider. Er ließ ſich in der Verwerfung derſelben nicht allein zu großen Ungerechtigkeiten gegen die hervorragendſten Phyſiker hinreißen, ſondern auch auf Irrwege verleiten, die ſeinen übrigen werthvollen Arbeiten ſehr geſchadet haben. Ganz

etwas Anderes iſt es in den organiſchen Naturwiſſenſchaften, in welchen wir nur ſelten im Stande ſind, von Anfang an gleich auf der unumſtößlich feſten, mathematiſchen Baſis vorzugehen, vielmehr gezwungen ſind, wegen der unendlich ſchwierigen und verwickelten Natur der Aufgabe, uns zunächſt Inductionsſchlüſſe zu bilden; d. h. wir müſſen aus zahlreichen einzelnen Beobachtungen, die doch nicht ganz vollſtändig ſind, ein allgemeines Geſetz zu begründen ſuchen. Die denkende Vergleichung der verwandten Erſcheinungsreihen, die Combination iſt hier das wichtigſte Forſchungsinſtrument, und dieſe wurde von Goethe mit ebenſo viel Glück als bewußter Werthserkenntniß bei ſeinen naturphiloſophiſchen Arbeiten angewandt.

Von den Schriften Goethe's, die ſich auf die organiſche Natur beziehen, iſt am berühmteſten die Metamorphoſe der Pflanzen geworden, welche 1790 erſchien; ein Werk, welches bereits den Grundgedanken der Entwickelungstheorie deutlich erkennen läßt. Denn Goethe war darin bemüht, ein einziges Grundorgan nachzuweiſen, durch deſſen unendlich mannichfaltige Ausbildung und Umbildung man ſich den ganzen Formenreichthum der Pflanzenwelt entſtanden denken könne; dieſes Grundorgan fand er im Blatt. Wenn damals ſchon die Anwendung des Mikroſkops eine allgemeine geweſen wäre, wenn Goethe den Bau der Organismen mit dem Mikroſkop durchforſcht hätte, ſo würde-er noch weiter gegangen ſein, und das Blatt bereits als ein Vielfaches von individuellen Theilen niederer Ordnung, von Zellen, erkannt haben. Er würde dann nicht das Blatt, ſondern die Zelle als das eigentliche Grundorgan aufgeſtellt haben, durch deſſen Vermehrung, Umbildung und Verbindung (Syntheſe) zunächſt das Blatt entſteht; ſowie weiterhin durch Umbildung, Variation und Zuſammenſetzung der Blätter alle die mannichfaltigen Schönheiten in Form und Farbe entſtehen, welche wir ebenſo an den echten Ernährungsblättern, wie an den Fortpflanzungsblättern oder den Blüthentheilen der Pflanzen bewundern. Indeſſen ſchon dieſer Grundgedanke war durchaus richtig. Goethe zeigte darin, daß man, um das Ganze der Erſcheinung zu erfaſſen, erſtens vergleichen und dann zwei-

tens einen einfachen Typus, eine einfache Grundform, ein Thema gewiſſermaßen ſuchen müſſe, von dem alle übrigen Geſtalten nur die unendlich mannichfaltigen Variationen ſeien.

Etwas Aehnliches, wie er hier in der Metamorphoſe der Pflanzen leiſtete, gab er dann für die Wirbelthiere in ſeiner berühmten Wirbeltheorie des Schädels. Goethe zeigte zuerſt, unabhängig von Oken, welcher faſt gleichzeitig auf denſelben Gedanken kam, daß der Schädel des Menſchen und aller anderen Wirbelthiere, zunächſt der Säugethiere, Nichts weiter ſei als das umgewandelte vorderſte Stück der Wirbelſäule oder des Rückgrats. Die Knochenkapſel des Schädels erſcheint danach aus mehreren Knochenringen zuſammengeſetzt, welche den Wirbeln des Rückgrats urſprünglich gleichwerthig ſind. Allerdings iſt dieſe Idee kürzlich durch die ſcharfſinnigen Unterſuchungen von Gegenbaur[21]) ſehr bedeutend modificirt worden. Dennoch gehörte ſie in jener Zeit zu den größten Fortſchritten der vergleichenden Anatomie, und war für das Verſtändniß des Wirbelthierbaues eine der erſten Grundlagen. Wenn zwei Körpertheile, die auf den erſten Blick ſo verſchieden ausſehen, wie der Hirnſchädel und die Wirbelſäule, ſich als urſprünglich gleichartige, aus einer und derſelben Grundlage hervorgebildete Theile nachweiſen ließen, ſo war damit eine der ſchwierigſten naturphiloſophiſchen Aufgaben gelöſt. Auch hier begegnet uns wieder der Gedanke des einheitlichen Typus, der Gedanke des einzigen Themas, das nur in den verſchiedenen Arten und in den Theilen der einzelnen Arten unendlich variirt wird.

Es waren aber nicht bloß ſolche weitgreifende Geſetze, um deren Erkenntniß ſich Goethe bemühte, ſondern es waren auch zahlreiche einzelne, namentlich vergleichend-anatomiſche Unterſuchungen, die ihn lange Zeit hindurch aufs lebhafteſte beſchäftigen. Unter dieſen iſt vielleicht keine intereſſanter, als die Entdeckung des Zwiſchenkiefers beim Menſchen. Da dieſe in mehrfacher Beziehung von Bedeutung für die Entwickelungstheorie iſt, ſo erlaube ich mir, Ihnen dieſelbe kurz hier darzulegen. Es exiſtiren bei ſämmtlichen

Säugethieren in der oberen Kinnlade zwei Knochenſtückchen, welche in der Mittellinie des Geſichts, unterhalb der Naſe, ſich berühren, und in der Mitte zwiſchen den beiden Hälften des eigentlichen Oberkieferknochens gelegen ſind. Dieſes Knochenpaar, welches die vier oberen Schneidezähne trägt, iſt bei den meiſten Säugethieren ohne Weiteres ſehr leicht zu erkennen; beim Menſchen dagegen war es zu jener Zeit nicht bekannt, und berühmte vergleichende Anatomen legten ſogar auf dieſen Mangel des Zwiſchenkiefers einen ſehr großen Werth, indem ſie denſelben als Hauptunterſchied zwiſchen Menſchen und Affen anſahen; es wurde der Mangel des Zwiſchenkiefers ſeltſamer Weiſe als der menſchlichſte aller menſchlichen Charaktere hervorgehoben. Nun wollte es Goethe durchaus nicht in den Kopf, daß der Menſch, der in allen übrigen körperlichen Beziehungen offenbar nur ein höher entwickeltes Säugethier ſei, dieſen Zwiſchenkiefer entbehren ſolle. Er zog aus dem allgemeinen Inductions-Geſetz des Zwiſchenkiefers bei den Säugethieren den beſonderen Deductionsſchluß, daß derſelbe auch beim Menſchen vorkommen müſſe; und er hatte keine Ruhe, bis er bei Vergleichung einer großen Anzahl von Schädeln wirklich den Zwiſchenkiefer auffand. Bei einzelnen Individuen iſt derſelbe die ganze Lebenszeit hindurch erhalten, während er gewöhnlich frühzeitig mit dem benachbarten Oberkiefer verwächſt, und nur bei ſehr jugendlichen Menſchenſchädeln als ſelbſtſtändiger Knochen nachzuweiſen iſt. Bei den menſchlichen Embryonen kann man ihn jetzt jeden Augenblick vorzeigen. Der Zwiſchenkiefer iſt alſo beim Menſchen in der That vorhanden, und Goethe gebührt der Ruhm, dieſe in vielfacher Beziehung wichtige Thatſache zuerſt feſtgeſtellt zu haben, und zwar gegen den Widerſpruch der wichtigſten Fachautoritäten, z. B. des berühmten Anatomen Peter Camper. Beſonders intereſſant iſt dabei der Weg, auf dem er zu dieſer Feſtſtellung gelangte; es iſt der Weg, auf dem wir beſtändig in den organiſchen Naturwiſſenſchaften fortſchreiten, der Weg der Induction und Deduction. Die Induction iſt ein Schluß aus zahlreichen einzelnen beobachteten Fällen auf ein allgemeines Geſetz; die Deduction dagegen iſt ein Rückſchluß aus

diesem allgemeinen Gesetz auf einen einzelnen, noch nicht wirklich beobachteten Fall. Aus den damals gesammelten empirischen Kenntnissen ging der Inductionsschluß hervor, daß sämmtliche Säugethiere den Zwischenkiefer besitzen. Goethe zog daraus den Deductionsschluß, daß der Mensch, der in allen übrigen Beziehungen seiner Organisation nicht wesentlich von den Säugethieren verschieden sei, auch diesen Zwischenkiefer besitzen müsse; und er fand sich in der That bei eingehender Untersuchung. Es wurde der Deductionsschluß durch die nachfolgende Erfahrung bestätigt oder verificirt.

Schon diese wenigen Züge mögen Ihnen den hohen Werth vor Augen führen, den wir Goethe's biologischen Forschungen zuschreiben müssen. Leider sind die meisten seiner darauf bezüglichen Arbeiten so versteckt in seinen gesammelten Werken, und die wichtigsten Beobachtungen und Bemerkungen so zerstreut in zahlreichen einzelnen Aufsätzen, die andere Themata behandeln, daß es schwer ist, sie herauszufinden. Auch ist bisweilen eine vortreffliche, wahrhaft wissenschaftliche Bemerkung so eng mit einem Haufen unbrauchbarer naturphilosophischer Phantasiegebilde verknüpft, daß letztere der ersteren großen Eintrag thun.

Für das außerordentliche Interesse, welches Goethe für die organische Naturforschung hegte, ist vielleicht Nichts bezeichnender, als die lebendige Theilnahme, mit welcher er noch in seinen letzten Lebensjahren den in Frankreich ausgebrochenen Streit zwischen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire verfolgte. Goethe hat eine interessante Darstellung dieses merkwürdigen Streites und seiner allgemeinen Bedeutung, sowie eine treffliche Charakteristik der beiden großen Gegner in einer besonderen Abhandlung gegeben, welche er erst wenige Tage vor seinem Tode, im März 1832, vollendete. Diese Abhandlung führt den Titel: „Principes de Philosophie zoologique par Mr. Geoffroy de Saint-Hilaire"; sie ist Goethe's letztes Werk, und bildet in der Gesammtausgabe seiner Werke deren Schluß. Der Streit selbst war in mehrfacher Beziehung von höchstem Interesse. Er drehte sich wesentlich um die Berechtigung der Entwickelungstheorie.

Dabei wurde er im Schooße der franzöſiſchen Akademie von beiden Gegnern mit einer perſönlichen Leidenſchaftlichkeit geführt, welche in den würdevollen Sitzungen jener gelehrten Körperſchaft faſt unerhört war, und welche bewies, daß beide Naturforſcher für ihre heiligſten und tiefſten Ueberzeugungen kämpften. Am 22ſten Februar 1830 fand der erſte Konflikt ſtatt, welchem bald mehrere andere folgten, der heftigſte am 19. Juli 1830. Geoffroy als das Haupt der franzöſiſchen Naturphiloſophen vertrat die natürliche Entwickelungstheorie und die einheitliche (moniſtiſche) Naturauffaſſung. Er behauptete die Veränderlichkeit der organiſchen Species, die gemeinſchaftliche Abſtammung der einzelnen Arten von gemeinſamen Stammformen, und die Einheit der Organiſation, oder die Einheit des Bauplanes, wie man ſich damals ausdrückte. Cuvier war der entſchiedenſte Gegner dieſer Anſchauungen, wie es ja nach dem, was Sie gehört haben, nichts anders ſein konnte. Er verſuchte zu zeigen, daß die Naturphiloſophen kein Recht hätten, auf Grund des damals vorliegenden empiriſchen Materials ſo weitgehende Schlüſſe zu ziehen, und daß die behauptete Einheit der Organiſation oder des Bauplanes der Organismen nicht exiſtire. Er vertrat die teleologiſche (dualiſtiſche) Naturauffaſſung und behauptete, daß „die Unveränderlichkeit der Species eine nothwendige Bedingung für die Exiſtenz der wiſſenſchaftlichen Naturgeſchichte ſei.“ Cuvier hatte den großen Vortheil vor ſeinem Gegner voraus, für ſeine Behauptungen lauter unmittelbar vor Augen liegende Beweisgründe vorbringen zu können, welche allerdings nur aus dem Zuſammenhang geriſſene einzelne Thatſachen waren. Geoffroy dagegen war nicht im Stande, den von ihm verfochtenen höheren allgemeinen Zuſammenhang der einzelnen Erſcheinungen mit ſo greifbaren Einzelheiten belegen zu können. Daher behielt Cuvier in den Augen der Mehrheit den Sieg, und entſchied für die folgenden drei Jahrzehnte die Niederlage der Naturphiloſophie und die Herrſchaft der ſtreng empiriſchen Richtung. Goethe dagegen nahm natürlich entſchieden für Geoffroy Partei. Wie lebhaft ihn noch in ſeinem

81ſten Jahre dieſer große Kampf beſchäftigte, mag folgende, von Soret erzählte Anekdote bezeugen:

„Montag, 2. Auguſt 1830. Die Nachrichten von der begonnenen Julirevolution gelangten heute nach Weimar und ſetzten Alles in Aufregung. Ich ging im Laufe des Nachmittags zu Goethe. „Nun?“ rief er mir entgegen, „was denken Sie von dieſer großen Begebenheit? Der Vulkan iſt zum Ausbruch gekommen; alles ſteht in Flammen, und es iſt nicht ferner eine Verhandlung bei geſchloſſenen Thüren!“ Eine furchtbare Geſchichte! erwiderte ich. Aber was ließ ſich bei den bekannten Zuſtänden und bei einem ſolchen Miniſterium anders erwarten, als daß man mit der Vertreibung der bisherigen königlichen Familie endigen würde. „Wir ſcheinen uns nicht zu verſtehen, mein Allerbeſter,“ erwiderte Goethe. „Ich rede gar nicht von jenen Leuten; es handelt ſich bei mir um ganz andere Dinge. Ich rede von dem in der Akademie zum öffentlichen Ausbruch gekommenen, für die Wiſſenſchaft ſo höchſt bedeutenden Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy de S. Hilaire.“ Dieſe Aeußerung Goethe's war mir ſo unerwartet, daß ich nicht wußte, was ich ſagen ſollte, und daß ich während einiger Minuten einen völligen Stillſtand in meinen Gedanken verſpürte. „Die Sache iſt von der höchſten Bedeutung,“ fuhr Goethe fort, „und Sie können ſich keinen Begriff davon machen, was ich bei der Nachricht von der Sitzung des 19. Juli empfinde. Wir haben jetzt an Geoffroy de Saint Hilaire einen mächtigen Alliirten auf die Dauer. Ich ſehe aber zugleich daraus, wie groß die Theilnahme der franzöſiſchen wiſſenſchaftlichen Welt in dieſer Angelegenheit ſein muß, indem trotz der furchtbaren politiſchen Aufregung, die Sitzung des 19. Juli dennoch bei einem gefüllten Hauſe ſtattfand. Das Beſte aber iſt, daß die von Geoffroy in Frankreich eingeführte ſynthetiſche Behandlungsweiſe der Natur jetzt nicht mehr rückgängig zu machen iſt. Dieſe Angelegenheit iſt durch die freien Diskuſſionen in der Akademie, und zwar in Gegenwart eines großen Publikums, jetzt öffentlich geworden, ſie läßt ſich nicht mehr

an geheime Ausschüsse verweisen und bei geschlossenen Thüren abthun und unterdrücken."

Von den zahlreichen interessanten und bedeutenden Sätzen, in welchen sich Goethe klar über seine Auffassung der organischen Natur und ihrer beständigen Entwickelung ausspricht, habe ich in meiner generellen Morphologie der Organismen[4]) eine Auswahl als Leitworte an den Eingang der einzelnen Bücher und Kapitel gesetzt. Hier führe ich Ihnen zunächst eine Stelle aus dem Gedichte an, welches die Ueberschrift trägt: „die Metamorphose der Thiere" (1819).

„Alle Glieder bilden sich aus nach ew'gen Gesetzen,
„Und die seltenste Form bewahrt im Geheimen das Urbild.
„Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres,
„Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
„Mächtig zurück. So zeiget sich fest die geordnete Bildung,
„Welche zum Wechsel sich neigt durch äußerlich wirkende Wesen."

Schon hier ist der Gegensatz zwischen zwei verschiedenen organischen Bildungskräften angedeutet, welche sich gegenüber stehen, und durch ihre Wechselwirkung die Form des Organismus bestimmen; einerseits ein gemeinsames inneres, fest sich erhaltendes Urbild, welches den verschiedensten Gestalten zu Grunde liegt; andrerseits der äußerlich wirkende Einfluß der Umgebung und der Lebensweise, welcher umbildend auf das Urbild einwirkt. Noch bestimmter tritt dieser Gegensatz in folgendem Ausspruch hervor:

„Eine innere ursprüngliche Gemeinschaft liegt aller Organisation zu Grunde; die Verschiedenheit der Gestalten dagegen entspringt aus den nothwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt, und man darf daher eine ursprüngliche, gleichzeitige Verschiedenheit und eine unaufhaltsam fortschreitende Umbildung mit Recht annehmen, um die ebenso konstanten als abweichenden Erscheinungen begreifen zu können."

Das „Urbild" oder der „Typus", welcher als „innere ursprüngliche Gemeinschaft" allen organischen Formen zu Grunde liegt, ist die innere Bildungskraft, welche die ursprüngliche Bildungsrichtung erhält und durch Vererbung fortpflanzt. Die „unaufhaltsam fort-

ſchreitende Umbildung" dagegen, welche „aus den nothwendigen Beziehungsverhältniſſen zur Außenwelt entſpringt", bewirkt als äußere Bildungskraft, durch Anpaſſung an die umgebenden Lebensbedingungen, die unendliche „Verſchiedenheit der Geſtalten". (Gen. Morph. I, 154; II, 224.) Den inneren Bildungstrieb der Vererbung, welcher die Einheit des Urbildes erhält, nennt Goethe an einer anderen Stelle die Centripetalkraft des Organismus, ſeinen Specifikationstrieb; im Gegenſatz dazu nennt er den äußeren Bildungstrieb der Anpaſſung, welcher die Mannichfaltigkeit der organiſchen Geſtalten hervorbringt, die Centrifugalkraft des Organismus, ſeinen Variationstrieb. Die betreffende Stelle, in welcher er ganz klar das „Gegengewicht" dieſer beiden äußerſt wichtigen organiſchen Bildungstriebe bezeichnet, lautet folgendermaßen: „Die Idee der Metamorphoſe iſt gleich der Vis centrifuga und würde ſich ins Unendliche verlieren, wäre ihr nicht ein Gegengewicht zugegeben: ich meine den Specifikationstrieb, das zähe Beharrlichkeitsvermögen deſſen, was einmal zur Wirklichkeit gekommen, eine Vis centripeta, welcher in ihrem tiefſten Grunde keine Aeußerlichkeit etwas anhaben kann."

Unter Metamorphoſe verſteht Goethe nicht allein, wie es heutzutage gewöhnlich verſtanden wird, die Formveränderungen, welche das organiſche Individuum während ſeiner individuellen Entwickelung erleidet, ſondern in weiterem Sinne überhaupt die Umbildung der organiſchen Formen. Die „Idee der Metamorphoſe" iſt beinahe gleichbedeutend mit unſerer „Entwickelungstheorie". Dies ergiebt ſich unter Anderem auch aus folgendem Ausſpruch: „Der Triumph der phyſiologiſchen Metamorphoſe zeigt ſich da, wo das Ganze ſich in Familien, Familien ſich in Geſchlechter, Geſchlechter in Sippen, und dieſe wieder in andere Mannichfaltigkeiten bis zur Individualität ſcheiden, ſondern und umbilden. Ganz ins Unendliche geht dieſes Geſchäft der Natur; ſie kann nicht ruhen, noch beharren, aber auch nicht Alles, was ſie hervorbrachte, bewahren und erhalten.

Aus dem Samen entwickeln ſich immer abweichende, die Verhältniſſe ihrer Theile zu einander verändert beſtimmende Pflanzen."

In den beiden organiſchen Bildungstrieben, in dem konſervativen, centripetalen, innerlichen Bildungstriebe der Vererbung oder der Specifikation einerſeits, in dem progreſſiven, centrifugalen, äußerlichen Bildungstriebe der Anpaſſung oder der Metamorphoſe andrerſeits, hatte Goethe bereits die beiden großen mechaniſchen Naturkräfte entdeckt, welche die wirkenden Urſachen der organiſchen Geſtaltungen ſind. Dieſe tiefe biologiſche Erkenntniß mußte ihn naturgemäß zu dem Grundgedanken der Abſtammungslehre führen, zu der Vorſtellung, daß die formverwandten organiſchen Arten wirklich blutsverwandt ſind, und daß dieſelben von gemeinſamen urſprünglichen Stammformen abſtammen. Für die wichtigſte von allen Thiergruppen, die Hauptabtheilung der Wirbelthiere, drückt dies Goethe in folgendem merkwürdigen Satze aus (1796!): „Dies alſo hätten wir gewonnen ungeſcheut behaupten zu dürfen, daß alle vollkommneren organiſchen Naturen, worunter wir Fiſche, Amphibien, Vögel, Säugethiere und an der Spitze der letzten den Menſchen ſehen, alle nach einem Urbilde geformt ſeien, das nur in ſeinen ſehr beſtändigen Theilen mehr oder weniger hin- und herweicht, und ſich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet."

Dieſer Satz iſt in mehrfacher Beziehung von Intereſſe. Die Theorie, daß „alle vollkommneren organiſchen Naturen", d. h. alle Wirbelthiere, von einem gemeinſamen Urbilde abſtammen, daß ſie aus dieſem durch Fortpflanzung (Vererbung) und Umbildung (Anpaſſung) entſtanden ſind, iſt daraus deutlich zu entnehmen. Beſonders intereſſant aber iſt, daß Goethe auch hier für den Menſchen keine Ausnahme geſtattet, ihn vielmehr ausdrücklich in den Stamm der übrigen Wirbelthiere hineinzieht. Die wichtigſte ſpecielle Folgerung der Abſtammungslehre, daß der Menſch von anderen Wirbelthieren abſtammt, läßt ſich hier im Keime erkennen[3]).

Noch klarer ſpricht Goethe dieſe überaus wichtige Grund-Idee an einer anderen Stelle (1807) in folgenden Worten aus: „Wenn

man Pflanzen und Thiere in ihrem unvollkommensten Zustande betrachtet, so sind sie kaum zu unterscheiden. So viel aber können wir sagen, daß die aus einer kaum zu sondernden Verwandtschaft als Pflanzen und Thiere nach und nach hervortretenden Geschöpfe nach zwei entgegengesetzten Seiten sich vervollkommnen, so daß die Pflanze sich zuletzt im Baume dauernd und starr, das Thier im Menschen zur höchsten Beweglichkeit und Freiheit sich verherrlicht." In diesem merkwürdigen Satze ist nicht allein das genealogische Verwandtschafts-Verhältniß des Pflanzenreichs zum Thierreiche höchst treffend beurtheilt, sondern auch bereits der Kern der einheitlichen oder monophyletischen Descendenz-Hypothese enthalten, deren Bedeutung ich Ihnen später auseinander zu setzen habe. (Vergl. den XVI. Vortrag und den Stammbaum S. 398.)

Zu derselben Zeit, als Goethe in dieser Weise die Grundzüge der Descendenz-Theorie entwarf, finden wir bereits einen anderen deutschen Naturphilosophen angelegentlich mit derselben beschäftigt, nämlich Gottfried Reinhold Treviranus aus Bremen (geb. 1776, gest. 1837). Wie kürzlich Wilhelm Focke in Bremen gezeigt hat, entwickelte Treviranus schon in dem früheſten seiner größeren Werke, in der „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur", bereits ganz im Anfange unseres Jahrhunderts, monistische Ansichten von der Einheit der Natur und von dem genealogischen Zusammenhang der Organismen-Arten, die ganz unserem jetzigen Standpunkte entsprechen. In den drei ersten Bänden der Biologie, die 1802, 1803 und 1805 erschienen, also schon mehrere Jahre vor den Hauptwerken von Oken und Lamarck, finden sich zahlreiche Stellen, welche in dieser Beziehung von Interesse sind. Ich will nur einige der wichtigsten hier anführen.

Ueber die Hauptfrage unserer Theorie, über den Ursprung der organischen Species, spricht sich Treviranus folgendermaßen aus: „Jede Form des Lebens kann durch physische Kräfte auf doppelte Art hervorgebracht sein: entweder durch Entstehung aus formloser Materie, oder durch Abänderung der Form bei dauernder Gestaltung.

Im letzteren Falle kann die Urſache dieſer Abänderung entweder in der Einwirkung eines ungleichartigen männlichen Zeugungsſtoffes auf den weiblichen Keim, oder in dem erſt nach der Erzeugung ſtattfindenden Einfluſſe anderer Potenzen liegen. — In jedem lebenden Weſen liegt die Fähigkeit zu einer endloſen Mannichfaltigkeit der Geſtaltungen; jedes beſitzt das Vermögen, ſeine Organiſation den Veränderungen der äußeren Welt anzupaſſen, und dieſes durch den Wechſel des Univerſums in Thätigkeit geſetzte Vermögen iſt es, was die einfachen Zoophyten der Vorwelt zu immer höheren Stufen der Organiſation geſteigert und eine zahlloſe Mannichfaltigkeit in die lebende Natur gebracht hat."

Unter Zoophyten verſteht hier Treviranus die Organismen niederſten Ranges und einfachſter Beſchaffenheit, insbeſondere jene neutralen, zwiſchen Thier und Pflanze in der Mitte ſtehenden Urweſen, die im Ganzen unſeren Protiſten entſprechen. „Dieſe Zoophyten", ſagt er an einer anderen Stelle, „ſind die Urformen, aus welchen alle Organismen der höheren Klaſſen durch allmähliche Entwickelung entſtanden ſind. Wir ſind ferner der Meinung, daß jede Art, wie jedes Individuum, gewiſſe Perioden des Wachsthums, der Blüthe und des Abſterbens hat, daß aber ihr Abſterben nicht Auflöſung, wie bei dem Individuum, ſondern Degeneration iſt. Und hieraus ſcheint uns zu folgen, daß es nicht, wie man gewöhnlich annimmt, die großen Kataſtrophen der Erde ſind, was die Thiere der Vorwelt vertilgt hat, ſondern daß Viele dieſe überlebt haben, und daß ſie vielmehr deswegen aus der jetzigen Natur verſchwunden ſind, weil die Arten, zu welchen ſie gehörten, den Kreislauf ihres Daſeins vollendet haben und in andere Gattungen übergegangen ſind."

Wenn Treviranus an dieſen und anderen Stellen Degeneration als die wichtigſte Urſache der Umbildung der Thier- und Pflanzen-Arten anſieht, ſo verſteht er darunter nicht „Entartung" oder Degeneration in dem heute gebräuchlichen Sinne. Vielmehr iſt ſeine „Degeneration" ganz daſſelbe, was wir heute Anpaſſung oder Abänderung durch den äußeren Bildungstrieb nennen. Daß Tre-

viranus diese Umbildung der organischen Species durch Anpassung, und ihre Erhaltung durch Vererbung, die ganze Mannichfaltigkeit der organischen Formen aber durch die Wechselwirkung von Anpassung und Vererbung erklärte, geht auch aus mehreren anderen Stellen klar hervor. Wie tief er dabei die gegenseitige Abhängigkeit aller lebenden Wesen von einander, und überhaupt den universalen Causalnexus, d. h. den einheitlichen ursächlichen Zusammenhang zwischen allen Gliedern und Theilen des Weltalls erfaßte, zeigt unter andern noch folgender Satz der Biologie: „Das lebende Individuum ist abhängig von der Art, die Art von dem Geschlechte, dieses von der ganzen lebenden Natur, und die letztere von dem Organismus der Erde. Das Individuum besitzt zwar ein eigenthümliches Leben und bildet insofern eine eigene Welt. Aber eben weil das Leben desselben beschränkt ist, so macht es doch zugleich auch ein Organ in dem allgemeinen Organismus aus. Jeder lebende Körper besteht durch das Universum; aber das Universum besteht auch gegenseitig durch ihn."

Daß dieser großartigen mechanischen Auffassung des Universums zufolge Treviranus auch für den Menschen keine privilegirte Ausnahmestellung in der Natur zuließ, vielmehr die allmähliche Entwickelung desselben aus niederen Thierformen annahm, ist bei einem so tief und klar denkenden Naturphilosophen selbstverständlich. Und eben so selbstverständlich ist es andererseits, daß er keine Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur anerkannte, vielmehr die absolute Einheit in der Organisation des ganzen Weltgebäudes behauptete. Dies bezeugt namentlich der folgende Satz: „Jede Untersuchung über den Einfluß der gesammten Natur auf die lebende Welt muß von dem Grundsatze ausgehen, daß alle lebenden Gestalten Produkte physischer, noch in jetzigen Zeiten stattfindender, und nur dem Grade oder der Richtung nach veränderter Einflüsse sind." Hiermit ist, wie Treviranus selbst sagt, „das Grundproblem der Biologie gelöst", und, fügen wir hinzu, in rein monistischem oder mechanischem Sinne gelöst.

Als der bedeutendste der deutschen Naturphilosophen gilt gewöhn-

lich weder Treviranus, noch Goethe, ſondern Lorenz Oken, welcher bei Begründung der Wirbeltheorie des Schädels als Nebenbuhler Goethe's auftrat, und dieſem nicht gerade freundlich geſinnt war. Bei der ſehr verſchiedenen Natur der beiden großen Männer, welche eine Zeit lang in nachbarſchaftlicher Nähe lebten, konnten ſie ſich doch gegenſeitig nicht wohl anziehen. Oken's Lehrbuch der Naturphiloſophie, welches als das bedeutendſte Erzeugniß der damaligen naturphiloſophiſchen Schule in Deutſchland bezeichnet werden kann, erſchien 1809, in demſelben Jahre, in welchem auch Lamarck's fundamentales Werk, die „Philosophie zoologique" erſchien. Schon 1802 hatte Oken einen „Grundriß der Naturphiloſophie" veröffentlicht. Wie ſchon früher angedeutet wurde, finden wir bei Oken, verſteckt unter einer Fülle von irrigen, zum Theil ſehr abenteuerlichen und phantaſtiſchen Vorſtellungen, eine Anzahl von werthvollen und tiefen Gedanken. Einige von dieſen Ideen haben erſt in neuerer Zeit, viele Jahre nachdem ſie von ihm ausgeſprochen wurden, allmählich wiſſenſchaftliche Geltung erlangt. Ich will Ihnen hier von dieſen, faſt prophetiſch ausgeſprochenen Gedanken nur zwei anführen, welche zugleich zu der Entwickelungstheorie in der innigſten Beziehung ſtehen.

Eine der wichtigſten Theorien Oken's, welche früherhin ſehr verſchrieen, und namentlich von den ſogenannten exakten Empirikern auf das ſtärkſte bekämpft wurde, iſt die Idee, daß die Lebenserſcheinungen aller Organismen von einem gemeinſchaftlichen chemiſchen Subſtrate ausgehen, gewiſſermaßen einem allgemeinen, einfachen „Lebensſtoff", welchen er mit dem Namen „Urſchleim" belegte. Er dachte ſich darunter, wie der Name ſagt, eine ſchleimartige Subſtanz, eine Eiweißverbindung, die in feſtflüſſigem Aggregatzuſtande befindlich iſt, und das Vermögen beſitzt, durch Anpaſſung an verſchiedene Exiſtenzbedingungen der Außenwelt, und in Wechſelwirkung mit deren Materie, die verſchiedenſten Formen hervorzubringen. Nun brauchen Sie bloß das Wort Urſchleim in das Wort Protoplasma oder Zellſtoff umzuſetzen, um zu einer der größten Errungenſchaften zu

gelangen, welche wir den mikroſkopiſchen Forſchungen der letzten zehn Jahre, insbeſondere denjenigen von Max Schultze, verdanken. Durch dieſe Unterſuchungen hat ſich herausgeſtellt, daß in allen lebendigen Naturkörpern ohne Ausnahme eine gewiſſe Menge einer ſchleimigen, eiweißartigen Materie in feſtflüſſigem Dichtigkeitszuſtande ſich vorfindet, und daß dieſe ſtickſtoffhaltige Kohlenſtoffverbindung ausſchließlich der urſprüngliche Träger und Bewirker aller Lebenserſcheinungen und aller organiſchen Formbildung iſt. Alle anderen Stoffe, welche außerdem noch im Organismus vorkommen, werden erſt von dieſem aktiven Lebensſtoff gebildet, oder von außen aufgenommen. Das organiſche Ei, die urſprüngliche Zelle, aus welcher ſich jedes Thier und jede Pflanze zuerſt entwickelt, beſteht weſentlich nur aus einem runden Klümpchen ſolcher eiweißartigen Materie. Auch der Eidotter iſt nur Eiweiß, mit Fettkörnchen gemengt. Oken hatte alſo wirklich Recht, indem er, mehr ahnend als wiſſend, den Satz ausſprach: „Alles Organiſche iſt aus Schleim hervorgegangen, iſt Nichts als verſchieden geſtalteter Schleim. Dieſer Urſchleim iſt im Meere im Verfolge der Planeten-Entwickelung aus anorganiſcher Materie entſtanden.“

Mit der Urſchleimtheorie Oken's, welche weſentlich mit der neuerlich erſt feſt begründeten, äußerſt wichtigen Protoplasmatheorie zuſammenfällt, ſteht eine andere, eben ſo großartige Idee deſſelben Naturphiloſophen in engem Zuſammenhang. Oken behauptete nämlich ſchon 1809, daß der durch Urzeugung im Meere entſtehende Urſchleim alsbald die Form von mikroſkopiſch kleinen Bläschen annehme, welche er Mile oder Infuſorien nannte. „Die organiſche Welt hat zu ihrer Baſis eine Unendlichkeit von ſolchen Bläschen.“ Die Bläschen entſtehen aus den urſprünglichen feſtflüſſigen Urſchleimkugeln dadurch, daß die Peripherie derſelben ſich verdichtet. Die einfachſten Organismen ſind einfache ſolche Bläschen oder Infuſorien. Jeder höhere Organismus, jedes Thier und jede Pflanze vollkommnerer Art iſt weiter Nichts als „eine Zuſammenhäufung (Syntheſis) von ſolchen infuſorialen Bläschen, die durch verſchiedene Combinationen ſich verſchieden geſtalten und ſo zu höheren Organismen auf-

wachſen". Sie brauchen nun wiederum das Wort Bläschen oder Infuſorium nur durch das Wort Zelle zu erſetzen, um zu einer der größten biologiſchen Theorien unſeres Jahrhunderts, zur Zellentheorie zu gelangen. Schleiden und Schwann haben zuerſt im Jahre 1838 den empiriſchen Beweis geliefert, daß alle Organismen entweder einfache Zellen oder Zuſammenhäufungen (Syntheſen) von ſolchen Zellen ſind; und die neuere Protoplasmatheorie hat nachgewieſen, daß der weſentlichſte (und bisweilen der einzige!) Beſtandtheil der echten Zelle das Protoplasma (der Urſchleim) iſt. Die Eigenſchaften, die Oken ſeinen Infuſorien zuſchreibt, ſind eben die Eigenſchaften der Zellen, die Eigenſchaften der elementaren Individuen, durch deren Zuſammenhäufung, Verbindung und mannichfaltige Ausbildung die höheren Organismen entſtanden ſind.

Dieſe beiden, außerordentlich fruchtbaren Gedanken Oken's wurden wegen der abſurden Form, in der er ſie ausſprach, nur wenig berückſichtigt, oder gänzlich verkannt; und es war einer viel ſpäteren Zeit vorbehalten, dieſelben durch die Erfahrung zu begründen. Im engſten Zuſammenhang mit dieſen Vorſtellungen ſtand natürlich auch die Annahme einer Abſtammung der einzelnen Thier- und Pflanzenarten von gemeinſamen Stammformen und einer allmählichen, ſtufenweiſen Entwickelung der höheren Organismen aus den niedern. Auch vom Menſchen behauptete Oken ſeine Entwickelung aus niederen Organismen: „Der Menſch iſt entwickelt, nicht erſchaffen." So viele willkürliche Verkehrtheiten und ausſchweifende Phantaſieſprünge ſich auch in Oken's Naturphiloſophie finden mögen, ſo können ſie uns doch nicht hindern, dieſen großen und ihrer Zeit weit vorauseilenden Ideen unſere gerechte Bewunderung zu zollen. So viel geht aus den angeführten Behauptungen Goethe's und Oken's, und aus den demnächſt zu erörternden Anſichten Lamarck's und Geoffroy's mit Sicherheit hervor, daß in den erſten Decennien unſeres Jahrhunderts Niemand der natürlichen, durch Darwin neu begründeten Entwickelungstheorie ſo nahe kam, als die vielverſchrieene Naturphiloſophie.

Fünfter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck.

Kant's dualiſtiſche Biologie. Seine Anſicht von der Entſtehung der Anorgane durch mechaniſche, der Organismen durch zweckthätige Urſachen. Widerſpruch dieſer Anſicht mit ſeiner Hinneigung zur Abſtammungslehre. Kant's genealogiſche Entwickelungstheorie. Beſchränkung derſelben durch ſeine Teleologie. Vergleichung der genealogiſchen Biologie mit der vergleichenden Sprachforſchung. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Leopold Buch, Bär, Schleiden, Unger, Schaaffhauſen, Victor Carus, Büchner. Die franzöſiſche Naturphiloſophie. Lamarck's Philoſophie zoologique. Lamarck's moniſtiſches (mechaniſches) Naturſyſtem. Seine Anſichten von der Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpaſſung. Lamarck's Anſicht von der Entwickelung des Menſchengeſchlechts aus affenartigen Säugethieren. Vertheidigung der Deſcendenztheorie durch Geoffroy S. Hilaire, Naudin und Lecoq. Die engliſche Naturphiloſophie. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Erasmus Darwin, W. Herbert, Grant, Freke, Herbert, Spencer, Hooker, Huxley. Doppeltes Verdienſt von Charles Darwin.

Meine Herren! Die teleologiſche Naturbetrachtung, welche die Erſcheinungen in der organiſchen Welt durch die zweckmäßige Thätigkeit eines perſönlichen Schöpfers oder einer zweckthätigen Endurſache erklärt, führt nothwendig in ihren letzten Konſequenzen entweder zu ganz unhaltbaren Widerſprüchen, oder zu einer zwieſpältigen (dualiſtiſchen) Naturauffaſſung, welche zu der überall wahrnehmbaren Einheit und Einfachheit der oberſten Naturgeſetze im entſchiedenſten Widerſpruch ſteht. Die Philoſophen, welche jener Teleologie huldigen, müſſen nothwendiger Weiſe zwei grundverſchiedene Naturen annehmen: eine anorganiſche Natur, welche durch mechaniſch wirkende

Ursachen (causae efficientes), und eine organische Natur, welche durch zweckmäßig thätige Ursachen (causae finales) erklärt werden muß. (Vergl. S. 31.)

Dieser Dualismus tritt uns auffallend entgegen, wenn wir die Naturanschauung eines der größten deutschen Philosophen, Kant's, betrachten, und die Vorstellungen ins Auge fassen, welche er sich von der Entstehung der Organismen bildete. Eine nähere Betrachtung dieser Vorstellungen ist hier schon deshalb geboten, weil wir in Kant einen der wenigen Philosophen verehren, welche eine gediegene naturwissenschaftliche Bildung mit einer außerordentlichen Klarheit und Tiefe der Speculation verbinden. Der Königsberger Philosoph erwarb sich nicht bloß durch Begründung der kritischen Philosophie den höchsten Ruhm unter den speculativen Philosophen, sondern auch durch seine mechanische Kosmogenie einen glänzenden Namen unter den Naturforschern. Schon im Jahre 1755 machte er in seiner „allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels[22])" den kühnen Versuch, „die Verfassung und den mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abzuhandeln", und mit Ausschluß aller Wunder aus dem natürlichen Entwickelungsgange der Materie mechanisch zu erklären. Diese Kantische Kosmogenie oder die „kosmologische Gastheorie", welche wir nachher (im XIII. Vortrage) kurz erörtern werden, wurde späterhin von dem französischen Mathematiker Laplace und von dem englischen Astronomen Herschel ausführlicher begründet und erfreut sich noch heute einer fast allgemeinen Anerkennung. Schon allein wegen dieses wichtigen Werkes, in welchem exaktes physikalisches Wissen mit der geistvollsten Speculation gepaart ist, verdient Kant den Ehrennamen eines Naturphilosophen im besten und reinsten Sinne des Wortes.

Wenn Sie Kant's Kritik der teleologischen Urtheilskraft, sein bedeutendstes biologisches Werk, lesen, so gewahren Sie, daß er sich bei Betrachtung der organischen Natur wesentlich immer auf dem teleologischen oder dualistischen Standpunkt erhält, während er für die anorganische Natur unbedingt und ohne Rückhalt die mechanische oder

monistische Erklärungsmethode annimmt. Er behauptet, daß sich im Gebiete der anorganischen Natur sämmtliche Erscheinungen aus mechanischen Ursachen, aus den bewegenden Kräften der Materie selbst erklären lassen, im Gebiete der organischen Natur dagegen nicht. In der gesammten Anorganologie (in der Geologie und Mineralogie, in der Meteorologie und Astronomie, in der Physik und Chemie der anorganischen Naturkörper) sollen alle Erscheinungen bloß durch Mechanismus (causa efficiens), ohne Dazwischenkunft eines Endzweckes erklärbar sein. In der gesammten Biologie dagegen, in der Botanik, Zoologie und Anthropologie, soll der Mechanismus nicht ausreichend sein, uns alle Erscheinungen zu erklären; vielmehr können wir dieselben nur durch Annahme einer zweckmäßig wirkenden Endursache (causa finalis) begreifen. An mehreren Stellen hebt Kant ausdrücklich hervor, daß man, von einem streng naturwissenschaftlich-philosophischen Standpunkt aus, für alle Erscheinungen ohne Ausnahme eine mechanische Erklärungsweise fordern müsse, und daß der Mechanismus allein eine wirkliche Erklärung einschließe. Zugleich meint er aber, daß gegenüber den belebten Naturkörpern, den Thieren und Pflanzen, unser menschliches Erkenntnißvermögen beschränkt sei, und nicht ausreiche, um hinter die eigentliche wirksame Ursache der organischen Vorgänge, insbesondere der Entstehung der organischen Formen, zu gelangen. Die Befugniß der menschlichen Vernunft zur mechanischen Erklärung aller Erscheinungen sei unbeschränkt, aber ihr Vermögen dazu begrenzt, indem man die organische Natur nur teleologisch betrachten könne.

Nun sind aber einige Stellen sehr merkwürdig, in denen Kant auffallend von dieser Anschauung abweicht, und mehr oder minder bestimmt den Grundgedanken der Abstammungslehre ausspricht. Er behauptet da sogar die Nothwendigkeit einer genealogischen Auffassung des organischen Systems, wenn man überhaupt zu einem wissenschaftlichen Verständniß desselben gelangen wolle. Die wichtigste und merkwürdigste von diesen Stellen findet sich in der „Methodenlehre der teleologischen Urtheilskraft" (§. 79), welche 1790 in der „Kritik der

Urtheilskraft" erſchien. Bei dem außerordentlichen Intereſſe, welches dieſe Stelle ſowohl für die Beurtheilung der Kantiſchen Philoſophie, als für die Geſchichte der Deſcendenztheorie beſitzt, erlaube ich mir, Ihnen dieſelbe hier wörtlich mitzutheilen.

„Es iſt rühmlich, mittelſt einer comparativen Anatomie die große Schöpfung organiſirter Naturen durchzugehen, um zu ſehen: ob ſich daran nicht etwas einem Syſtem Aehnliches, und zwar dem Erzeugungsprinzip nach, vorfinde, ohne daß wir nöthig haben, beim bloßen Beurtheilungsprinzip, welches für die Einſicht ihrer Erzeugung keinen Aufſchluß giebt, ſtehen zu bleiben, und muthlos allen Anſpruch auf Natureinſicht in dieſem Felde aufzugeben. Die Uebereinkunft ſo vieler Thiergattungen in einem gewiſſen gemeinſamen Schema, das nicht allein in ihrem Knochenbau, ſondern auch in der Anordnung der übrigen Theile zum Grunde zu liegen ſcheint, wo bewunderungswürdige Einfalt des Grundriſſes durch Verkürzung einer und Verlängerung anderer, durch Entwickelung dieſer und Auswickelung jener Theile, eine ſo große Mannichfaltigkeit von Species hat hervorbringen können, läßt einen obgleich ſchwachen Strahl von Hoffnung ins Gemüth fallen, daß hier wohl Etwas mit dem Prinzip des Mechanismus der Natur, ohne das es ohnedies keine Naturwiſſenſchaft geben kann, auszurichten ſein möchte. Dieſe Analogie der Formen, ſo fern ſie bei aller Verſchiedenheit einem gemeinſchaftlichen Urbilde gemäß erzeugt zu ſein ſcheinen, verſtärkt die Vermuthung einer wirklichen Verwandtſchaft derſelben in der Erzeugung von einer gemeinſchaftlichen Urmutter durch die ſtufenartige Annäherung einer Thiergattung zur anderen, von derjenigen an, in welcher das Prinzip der Zwecke am meiſten bewährt zu ſein ſcheint, nämlich dem Menſchen, bis zum Polyp, von dieſem ſogar bis zu Mooſen und Flechten, und endlich zu der niedrigſten uns merklichen Stufe der Natur, zur rohen Materie: aus welcher und ihren Kräften nach mechaniſchen Geſetzen (gleich denen, danach ſie in Kryſtallerzeugungen wirkt) die ganze Technik der Natur, die uns in organiſirten Weſen ſo unbegreiflich iſt, daß wir uns dazu ein anderes Prinzip zu denken ge-

nöthigt glauben, abzustammen scheint. Hier steht es nun dem Archäologen der Natur frei, aus den übrig gebliebenen Spuren ihrer ältesten Revolutionen, nach allen ihm bekannten oder gemuthmaßten Mechanismen derselben, jene große Familie von Geschöpfen (denn so müßte man sie sich vorstellen, wenn die genannte, durchgängig zusammenhängende Verwandtschaft einen Grund haben soll) entspringen zu lassen."

Wenn Sie diese merkwürdige Stelle aus Kant's Kritik der teleologischen Urtheilskraft herausnehmen und einzeln für sich betrachten, so müssen Sie darüber erstaunen, wie tief und klar der große Denker schon damals (1790!) die innere Nothwendigkeit der Abstammungslehre erkannte, und sie als den einzig möglichen Weg zur Erklärung der organischen Natur durch mechanische Gesetze, d. h. zu einer wahrhaft wissenschaftlichen Erkenntniß bezeichnete. Auf Grund dieser einen Stelle könnte man Kant geradezu neben Goethe und Lamarck als einen der ersten Begründer der Abstammungslehre bezeichnen, und dieser Umstand dürfte bei dem hohen Ansehen, in welchem Kant's kritische Philosophie mit vollem Rechte steht, vielleicht geeignet sein, manchen Philosophen zu Gunsten derselben umzustimmen. Sobald Sie indessen diese Stelle im Zusammenhang mit dem übrigen Gedankengang der „Kritik der Urtheilskraft" betrachten, und anderen geradezu widersprechenden Stellen gegenüber halten, zeigt sich Ihnen deutlich, daß Kant in diesen und einigen ähnlichen (aber schwächeren) Sätzen über sich selbst hinausging und seinen in der Biologie gewöhnlich eingenommenen teleologischen Standpunkt verließ.

Selbst unmittelbar auf jenen wörtlich angeführten, bewunderungswürdigen Satz folgt ein Zusatz, welcher demselben die Spitze abbricht. Nachdem Kant so eben ganz richtig die „Entstehung der organischen Formen aus der rohen Materie nach mechanischen Gesetzen (gleich denen der Krystallerzeugung)", sowie eine stufenweise Entwickelung der verschiedenen Species durch Abstammung von einer gemeinschaftlichen Urmutter behauptet hatte, fügte er hinzu: „Allein er (der Archäolog der Natur, d. h. der Paläontolog) muß gleich-

wohl zu dem Ende dieser allgemeinen Mutter eine auf alle diese Geschöpfe zweckmäßig gestellte Organisation beilegen, widrigenfalls die Zweckform der Produkte des Thier- und Pflanzenreichs ihrer Möglichkeit nach gar nicht zu denken ist." Offenbar hebt dieser Zusatz den wichtigsten Grundgedanken des vorhergehenden Satzes, daß durch die Descendenztheorie eine rein mechanische Erklärung der organischen Natur möglich werde, vollständig wieder auf. Und daß diese teleologische Betrachtung der organischen Natur bei Kant die herrschende war, zeigt schon die Ueberschrift des merkwürdigen §. 79, welcher jene beiden widersprechenden Sätze enthält: „Von der nothwendigen Unterordnung des Prinzips des Mechanismus unter das teleologische in Erklärung eines Dinges als Naturzweck."

Am schärfsten spricht sich Kant gegen die mechanische Erklärung der organischen Natur in folgender Stelle aus (§. 74): „Es ist ganz gewiß, daß wir die organisirten Wesen und deren innere Möglichkeit nach bloß mechanischen Prinzipien der Natur nicht einmal zureichend kennen lernen, viel weniger uns erklären können, und zwar so gewiß, daß man dreist sagen kann: Es ist für Menschen ungereimt, auch nur einen solchen Anschlag zu fassen, oder zu hoffen, daß noch etwa dereinst ein Newton aufstehen könne, der auch nur die Erzeugung eines Grashalms nach Naturgesetzen, die keine Absicht geordnet hat, begreiflich machen werde, sondern man muß diese Einsicht dem Menschen schlechterdings absprechen." Nun ist aber dieser unmögliche Newton siebenzig Jahre später in Darwin wirklich erschienen und seine Selectionstheorie hat die Aufgabe thatsächlich gelöst, deren Lösung Kant für absolut undenkbar erklärt hatte!

Im Anschluß an Kant und an die deutschen Naturphilosophen, mit deren Entwickelungstheorie wir uns im vorhergehenden Vortrage beschäftigt haben, erscheint es gerechtfertigt, jetzt noch kurz einiger anderer deutscher Naturforscher und Philosophen zu gedenken, welche im Laufe unseres Jahrhunderts mehr oder minder bestimmt

gegen die herrſchenden teleologiſchen Schöpfungsvorſtellungen ſich auflehnten, und den mechaniſchen Grundgedanken der Abſtammungslehre geltend machten. Bald waren es mehr allgemeine philoſophiſche Betrachtungen, bald mehr beſondere empiriſche Wahrnehmungen, welche dieſe denkenden Männer auf die Vorſtellung brachten, daß die einzelnen organiſchen Species von gemeinſamen Stammformen abſtammen müßten. Unter ihnen will ich zunächſt den großen deutſchen Geologen Leopold Buch hervorheben. Wichtige Beobachtungen über die geographiſche Verbreitung der Pflanzen führten ihn in ſeiner trefflichen „phyſikaliſchen Beſchreibung der canariſchen Inſeln" zu folgendem merkwürdigen Ausſpruch:

„Die Individuen der Gattungen auf Continenten breiten ſich aus, entfernen ſich weit, bilden durch Verſchiedenheit der Standörter, Nahrung und Boden Varietäten, welche, in ihrer Entfernung nie von anderen Varietäten gekreuzt und dadurch zum Haupttypus zurückgebracht, endlich conſtant und zur eignen Art werden. Dann erreichen ſie vielleicht auf anderen Wegen auf das Neue die ebenfalls veränderte vorige Varietät, beide nun als ſehr verſchiedene und ſich nicht wieder mit einander vermiſchende Arten. Nicht ſo auf Inſeln. Gewöhnlich in enge Thäler, oder in den Bezirk ſchmaler Zonen gebannt, können ſich die Individuen erreichen und jede geſuchte Fixirung einer Varietät wieder zerſtören. Es iſt dies ungefähr ſo, wie Sonderbarkeiten oder Fehler der Sprache zuerſt durch das Haupt einer Familie, dann durch Verbreitung dieſer ſelbſt, über einen ganzen Diſtrikt einheimiſch werden. Iſt dieſer abgeſondert und iſolirt, und bringt nicht die ſtete Verbindung mit andern die Sprache auf ihre vorherige Reinheit zurück, ſo wird aus dieſer Abweichung ein Dialekt. Verbinden natürliche Hinderniſſe, Wälder, Verfaſſung, Regierung, die Bewohner des abweichenden Diſtrikts noch enger, und trennen ſie ſich noch ſchärfer von den Nachbarn, ſo fixirt ſich der Dialekt, und es wird eine völlig verſchiedene Sprache." (Ueberſicht der Flora auf den Canarien, S. 133.)

Sie ſehen, daß Buch hier auf den Grundgedanken der Abſtammungslehre durch die Erſcheinungen der Pflanzengeographie geführt

wird, ein biologiſches Gebiet, welches in der That eine Maſſe von Beweiſen zu Gunſten derſelben liefert. Darwin hat dieſe Beweiſe in zwei beſonderen Kapiteln ſeines Werkes (dem elften und zwölften) ausführlich erörtert. Buch's Bemerkung iſt aber auch deshalb von Intereſſe, weil ſie uns auf die äußerſt lehrreiche Vergleichung der verſchiedenen Sprachzweige und der Organismenarten führt, eine Vergleichung, welche ſowohl für die vergleichende Sprachwiſſenſchaft, als für die vergleichende Thier- und Pflanzenkunde vom größten Nutzen iſt. Gleichwie z. B. die verſchiedenen Dialekte, Mundarten, Sprachäſte und Sprachzweige der deutſchen, ſlaviſchen, griechiſch-lateiniſchen und iraniſch-indiſchen Grundſprache von einer einzigen gemeinſchaftlichen indogermaniſchen Urſprache abſtammen, und gleichwie ſich deren Unterſchiede durch die Anpaſſung, ihre gemeinſamen Grundcharaktere durch die Vererbung erklären, ſo ſtammen auch die verſchiedenen Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen und Klaſſen der Wirbelthiere von einer einzigen gemeinſchaftlichen Wirbelthierform ab; auch hier iſt die Anpaſſung die Urſache der Verſchiedenheiten, die Vererbung die Urſache des gemeinſamen Grundcharakters. Dieſer intereſſante Parallelismus in der divergenten Entwickelung der Sprachformen und der Organismen-Formen iſt in ſehr einleuchtender Weiſe von einem unſerer erſten vergleichenden Sprachforſcher erörtert worden, von dem genialen Auguſt Schleicher, der namentlich den Stammbaum der indogermaniſchen Sprachen in der ſcharfſinnigſten Weiſe phylogenetiſch entwickelt hat[6]).

Von anderen hervorragenden deutſchen Naturforſchern, die ſich mehr oder minder beſtimmt für die Deſcendenztheorie ausſprachen, und die auf ganz verſchiedenen Wegen zu derſelben hingeführt wurden, habe ich zunächſt Carl Ernſt Bär zu nennen, den großen Reformator der thieriſchen Entwickelungsgeſchichte. In einem 1834 gehaltenen Vortrage, betitelt: „Das allgemeinſte Geſetz der Natur in aller Entwickelung" erläutert derſelbe vortrefflich, daß nur eine ganz kindiſche Naturbetrachtung die organiſchen Arten als bleibende und unveränderliche Typen anſehen könne, und daß im Gegentheil dieſel-

den nur vorübergehende Zeugungsreihen sein können, die durch Umbildung aus gemeinsamen Stammformen sich entwickelt haben. Dieselbe Ansicht begründete Bär später (1859) durch die Gesetze der geographischen Verbreitung der Organismen.

J. M. Schleiden, welcher vor 30 Jahren hier in Jena durch seine streng empirisch-philosophische und wahrhaft wissenschaftliche Methode eine neue Epoche für die Pflanzenkunde begründete, erläuterte in seinen bahnbrechenden Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik [7]) die philosophische Bedeutung des organischen Speciesbegriffes, und zeigte, daß derselbe nur in dem allgemeinen Gesetze der Specifikation seinen subjectiven Ursprung habe. Die verschiedenen Pflanzenarten sind nur die specificirten Produkte der Pflanzenbildungstriebe, welche durch die verschiedenen Kombinationen der Grundkräfte der organischen Materie entstehen.

Der ausgezeichnete Wiener Botaniker F. Unger wurde durch seine gründlichen und umfassenden Untersuchungen über die ausgestorbenen Pflanzenarten zu einer paläontologischen Entwickelungsgeschichte des Pflanzenreichs geführt, welche den Grundgedanken der Abstammungslehre klar ausspricht. In seinem „Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt" (1852) behauptet er die Abstammung aller verschiedenen Pflanzenarten von einigen wenigen Stammformen, und vielleicht von einer einzigen Urpflanze, einer einfachsten Pflanzenzelle. Er zeigt, daß diese Anschauungsweise von dem genetischen Zusammenhang aller Pflanzenformen nicht nur physiologisch nothwendig, sondern auch empirisch begründet sei [8]).

Victor Carus in Leipzig that in der Einleitung zu seinem 1853 erschienenen trefflichen „System der thierischen Morphologie" [9]), welches die allgemeinen Bildungsgesetze des Thierkörpers durch die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte philosophisch zu begründen versuchte, folgenden Ausspruch: „Die in den ältesten geologischen Lagern begrabenen Organismen sind als die Urahnen zu betrachten, aus denen durch fortgesetzte Zeugung und Akkommodation

an progressiv sehr verschiedene Lebensverhältnisse der Formenreichthum der jetzigen Schöpfung entstand."

In demselben Jahre (1853) erklärte sich der Bonner Anthropologe Schaaffhausen in einem Aufsatze „über Beständigkeit und Umwandlung der Arten" entschieden zu Gunsten der Descendenztheorie. Die lebenden Pflanzen- und Thierarten sind nach ihm die umgebildeten Nachkommen der ausgestorbenen Species, aus denen sie durch allmähliche Abänderung entstanden sind. Das Auseinanderweichen (die Divergenz oder Sonderung) der nächstverwandten Arten geschieht durch Zerstörung der verbindenden Zwischenstufen. Auch für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts und seine allmähliche Entwickelung aus affenähnlichen Thieren, die wichtigste Konsequenz der Abstammungslehre, sprach sich Schaaffhausen (1857) schon mit Bestimmtheit aus.

Endlich ist von deutschen Naturphilosophen noch besonders Louis Büchner hervorzuheben, welcher in seinem berühmten Buche „Kraft und Stoff" 1855 ebenfalls die Grundzüge der Descendenztheorie selbstständig entwickelte, und zwar vorzüglich auf Grund der unwiderleglichen empirischen Zeugnisse, welche uns die paläontologische und die individuelle Entwickelung der Organismen, sowie ihre vergleichende Anatomie, und der Parallelismus dieser Entwickelungsreihen liefert. Büchner zeigte sehr einleuchtend, daß schon hieraus eine Entwickelung der verschiedenen organischen Species aus gemeinsamen Stammformen nothwendig folge, und daß die Entstehung dieser ursprünglichen Stammformen nur durch Urzeugung denkbar sei[10]).

Von den deutschen Naturphilosophen wenden wir uns nun zu den französischen, welche ebenfalls seit dem Beginne unseres Jahrhunderts die Entwickelungstheorie vertraten.

An der Spitze der französischen Naturphilosophie steht Jean Lamarck, welcher in der Geschichte der Abstammungslehre neben Darwin und Goethe den ersten Platz einnimmt. Ihm wird der unsterbliche Ruhm bleiben, zum ersten Male die Descendenztheorie als selbstständige wissenschaftliche Theorie ersten Ranges durchgeführt

und als die naturphiloſophiſche Grundlage der ganzen Biologie feſtgeſtellt zu haben. Obwohl Lamarck bereits 1744 geboren wurde, begann er doch mit Veröffentlichung ſeiner Theorie erſt im Beginn unſeres Jahrhunderts, im Jahre 1801, und begründete dieſelbe erſt ausführlicher 1809, in ſeiner klaſſiſchen „Philosophie zoologique“ [2]). Dieſes bewunderungswürdige Werk iſt die erſte zuſammenhängende und ſtreng bis zu allen Konſequenzen durchgeführte Darſtellung der Abſtammungslehre. Durch die rein mechaniſche Betrachtungsweiſe der organiſchen Natur und die ſtreng philoſophiſche Begründung von deren Nothwendigkeit erhebt ſich Lamarck's Werk weit über die vorherrſchend dualiſtiſchen Anſchauungen ſeiner Zeit, und bis auf Darwin's Werk, welches gerade ein halbes Jahrhundert ſpäter erſchien, finden wir kein zweites, welches wir in dieſer Beziehung der Philosophie zoologique an die Seite ſetzen könnten. Wie weit dieſelbe ihrer Zeit vorauseilte, geht wohl am beſten daraus hervor, daß ſie von den Meiſten gar nicht verſtanden und fünfzig Jahre hindurch todtgeſchwiegen wurde. Lamarck's größter Gegner, Cuvier, erwähnt in ſeinem Bericht über die Fortſchritte der Naturwiſſenſchaften, in welchem die unbedeutendſten anatomiſchen Unterſuchungen Aufnahme fanden, dieſes epochemachende Werk mit keinem Worte. Auch Goethe, welcher ſich ſo lebhaft für die franzöſiſche Naturphiloſophie, für „die Gedanken der verwandten Geiſter jenſeits des Rheins“, intereſſirte, gedenkt Lamarck's nirgends, und ſcheint die Philosophie zoologique gar nicht gekannt zu haben. Den hohen Ruf, welchen Lamarck ſich als Naturforſcher erwarb, verdankt derſelbe nicht ſeinem höchſt bedeutenden allgemeinen Werke, ſondern zahlreichen ſpeciellen Arbeiten über niedere Thiere, insbeſondere Mollusken, ſowie einer ausgezeichneten „Naturgeſchichte der wirbelloſen Thiere“, welche 1815—1822 in ſieben Bänden erſchien. Der erſte Band dieſes berühmten Werkes (1815) enthält in der allgemeinen Einleitung ebenfalls eine ausführliche Darſtellung ſeiner Abſtammungslehre. Von der ungemeinen Bedeutung der Philosophie zoologique kann ich Ihnen vielleicht keine beſſere

Vorstellung geben, als wenn ich Ihnen daraus einige der wichtigsten Sätze wörtlich anführe:

„Die systematischen Eintheilungen, die Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, sowie deren Benennungen, sind willkürliche Kunsterzeugnisse des Menschen. Die Arten oder Species der Organismen sind von ungleichem Alter, nach einander entwickelt und zeigen nur eine relative, zeitweilige Beständigkeit; aus Varietäten gehen Arten hervor. Die Verschiedenheit in den Lebensbedingungen wirkt verändernd auf die Organisation, die allgemeine Form und die Theile der Thiere ein, ebenso der Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe. Im ersten Anfang sind nur die allereinfachsten und niedrigsten Thiere und Pflanzen entstanden und erst zuletzt diejenigen von der höchst zusammengesetzten Organisation. Der Entwickelungsgang der Erde und ihrer organischen Bevölkerung war ganz continuirlich, nicht durch gewaltsame Revolutionen unterbrochen. Das Leben ist nur ein physikalisches Phänomen. Alle Lebenserscheinungen beruhen auf mechanischen, auf physikalischen und chemischen Ursachen, die in der Beschaffenheit der organischen Materie selbst liegen. Die einfachsten Thiere und die einfachsten Pflanzen, welche auf der tiefsten Stufe der Organisationsleiter stehen, sind entstanden und entstehen noch heute durch Urzeugung (Generatio spontanea). Alle lebendigen Naturkörper oder Organismen sind denselben Naturgesetzen, wie die leblosen Naturkörper oder die Anorgane unterworfen. Die Ideen und Thätigkeiten des Verstandes sind Bewegungserscheinungen des Centralnervensystems. Der Wille ist in Wahrheit niemals frei. Die Vernunft ist nur ein höherer Grad von Entwickelung und Verbindung der Urtheile."

Das sind nun in der That erstaunlich kühne, großartige und weitreichende Ansichten, welche Lamarck vor 65 Jahren in diesen Sätzen niederlegte, und zwar zu einer Zeit, in welcher deren Begründung durch massenhafte Thatsachen nicht entfernt so, wie heutzutage, möglich war. Sie sehen, daß Lamarck's Werk eigentlich ein vollständiges, streng monistisches (mechanisches) Natursystem ist, daß alle

wichtigen allgemeinen Grundſätze der moniſtiſchen Biologie bereits von ihm vertreten werden: Die Einheit der wirkenden Urſachen in der organiſchen und anorganiſchen Natur, der letzte Grund dieſer Urſachen in den chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften der Materie, der Mangel einer beſonderen Lebenskraft oder einer organiſchen Endurſache; die Abſtammung aller Organismen von einigen wenigen, höchſt einfachen Stammformen oder Urweſen, welche durch Urzeugung aus anorganiſcher Materie entſtanden ſind; der zuſammenhängende Verlauf der ganzen Erdgeſchichte, der Mangel der gewaltſamen und totalen Erdrevolutionen, und überhaupt die Undenkbarkeit jedes Wunders, jedes übernatürlichen Eingriffs in den natürlichen Entwickelungsgang der Materie.

Daß Lamarck's bewunderungswürdige Geiſtesthat faſt gar keine Anerkennung fand, liegt theils in der ungeheuren Weite des Rieſenſchritts, mit welchem er dem folgenden halben Jahrhundert vorauseilte, theils aber auch in der mangelhaften empiriſchen Begründung derſelben, und in der oft etwas einſeitigen Art ſeiner Beweisführung. Als die nächſten mechaniſchen Urſachen, welche die beſtändige Umbildung der organiſchen Formen bewirken, erkennt Lamarck ganz richtig die Verhältniſſe der Anpaſſung an, während er die Formähnlichkeit der verſchiedenen Arten, Gattungen, Familien u. ſ. w. mit vollem Rechte auf ihre Blutsverwandtſchaft zurückführt, alſo durch die Vererbung erklärt. Die Anpaſſung beſteht nach ihm darin, daß die beſtändige langſame Veränderung der Außenwelt eine entſprechende Veränderung in den Thätigkeiten und dadurch auch weiter in den Formen der Organismen bewirkt. Das größte Gewicht legt er dabei auf die Wirkung der Gewohnheit, auf den Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Allerdings iſt dieſer, wie Sie ſpäter ſehen werden, für die Umbildung der organiſchen Formen von der höchſten Bedeutung. Allein in der Weiſe, wie Lamarck hieraus allein oder doch vorwiegend die Veränderung der Formen erklären wollte, iſt das meiſtens doch nicht möglich. Er ſagt z. B., daß der lange Hals der Giraffe entſtanden ſei durch das beſtändige Hinaufrecken des Halſes

nach hohen Bäumen, und das Beſtreben, die Blätter von deren Aeſten zu pflücken; da die Giraffe meiſtens in trockenen Gegenden lebt, wo nur das Laub der Bäume ihr Nahrung gewährt, war ſie zu dieſer Thätigkeit gezwungen. Ebenſo ſind die langen Zungen der Spechte, Colibris und Ameiſenfreſſer durch die Gewohnheit entſtanden, ihre Nahrung aus engen, ſchmalen und tiefen Spalten oder Kanälen herauszuholen. Die Schwimmhäute zwiſchen den Zehen der Schwimmfüße bei Fröſchen und anderen Waſſerthieren ſind lediglich durch das fortwährende Bemühen zu ſchwimmen, durch das Schlagen der Füße in das Waſſer, durch die Schwimmbewegungen ſelbſt entſtanden. Durch Vererbung auf die Nachkommen wurden dieſe Gewohnheiten befeſtigt und durch weitere Ausbildung derſelben ſchließlich die Organe ganz umgebildet. So richtig im Ganzen dieſer Grundgedanke iſt, ſo legt doch Lamarck zu ausſchließlich das Gewicht auf die Gewohnheit (Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe), allerdings eine der wichtigſten, aber nicht die einzige Urſache der Formveränderung. Dies kann uns jedoch nicht hindern, anzuerkennen, daß Lamarck die Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungstriebe, der Anpaſſung und Vererbung, ganz richtig begriff. Nur fehlte ihm dabei das äußerſt wichtige Prinzip der „natürlichen Züchtung im Kampfe um das Daſein", mit welchem Darwin uns erſt 50 Jahre ſpäter bekannt machte.

Als ein beſonderes Verdienſt Lamarck's iſt nun noch hervorzuheben, daß er bereits verſuchte, die Entwickelung des Menſchengeſchlechts aus anderen, zunächſt affenartigen Säugethieren darzuthun. Auch hier war es wieder in erſter Linie die Gewohnheit, der er den umbildenden, veredelnden Einfluß zuſchrieb. Er nahm alſo an, daß die niederſten, urſprünglichen Urmenſchen entſtanden ſeien aus den menſchenähnlichen Affen, indem die letzteren ſich angewöhnt hätten, aufrecht zu gehen. Die Erhebung des Rumpfes, das beſtändige Streben, ſich aufrecht zu erhalten, führte zunächſt zu einer Umbildung der Gliedmaßen, zu einer ſtärkeren Differenzirung oder Sonderung der vorderen und hinteren Extremitäten, welche mit

Recht als einer der weſentlichſten Unterſchiede zwiſchen Menſchen und Affen gilt. Hinten entwickelten ſich Waden und platte Fußſohlen, vorn Greifarme und Hände. Der aufrechte Gang hatte zunächſt eine freiere Umſchau über die Umgebung zur Folge, und damit einen bedeutenden Fortſchritt in der geiſtigen Entwickelung. Die Menſchenaffen erlangten dadurch bald ein großes Uebergewicht über die anderen Affen, und weiterhin überhaupt über die umgebenden Organismen. Um die Herrſchaft über dieſe zu behaupten, thaten ſie ſich in Geſellſchaften zuſammen, und es entwickelte ſich, wie bei allen geſellig lebenden Thieren, das Bedürfniß einer Mittheilung ihrer Beſtrebungen und Gedanken. So entſtand das Bedürfniß der Sprache, deren anfangs rohe, ungegliederte Laute bald mehr und mehr in Verbindung geſetzt, ausgebildet und artikulirt wurden. Die Entwickelung der artikulirten Sprache war nun wieder der ſtärkſte Hebel für eine weiter fortſchreitende Entwickelung des Organismus und vor Allem des Gehirns, und ſo verwandelten ſich allmählich und langſam die Affenmenſchen in echte Menſchen. Die wirkliche Abſtammung der niederſten und roheſten Urmenſchen von den höchſt entwickelten Affen wurde alſo von Lamarck bereits auf das beſtimmteſte behauptet, und durch eine Reihe der wichtigſten Beweisgründe unterſtützt.

Als der bedeutendſte der franzöſiſchen Naturphiloſophen gilt gewöhnlich nicht Lamarck, ſondern Etienne Geoffroy St. Hilaire (der Aeltere), geb. 1771, derjenige, für welchen auch Goethe ſich beſonders intereſſirte, und den wir oben bereits als den entſchiedenſten Gegner Cuvier's kennen gelernt haben. Er entwickelte ſeine Ideen von der Umbildung der organiſchen Species bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, veröffentlichte dieſelben aber erſt im Jahre 1828, und vertheidigte ſie dann in den folgenden Jahren, beſonders 1830, tapfer gegen Cuvier. Geoffroy S. Hilaire nahm im Weſentlichen die Deſcendenztheorie Lamarck's an, glaubte jedoch, daß die Umbildung der Thier- und Pflanzenarten weniger durch die eigene Thätigkeit des Organismus, (durch Gewohnheit, Uebung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe) bewirkt werde, als vielmehr

durch den „Monde ambiant“, d. h. durch die beſtändige Veränderung der Außenwelt, insbeſondere der Atmoſphäre. Er faßt den Organismus gegenüber den Lebensbedingungen der Außenwelt mehr paſſiv oder leidend auf, Lamarck dagegen mehr aktiv oder handelnd. Geoffroy glaubt z. B., daß bloß durch Verminderung der Kohlenſäure in der Atmoſphäre aus eidechſenartigen Reptilien die Vögel entſtanden ſeien, indem durch den größeren Sauerſtoffgehalt der Athmungsprozeß lebhafter und energiſcher wurde. Dadurch entſtand eine höhere Bluttemperatur, eine geſteigerte Nerven- und Muskelthätigkeit, aus den Schuppen der Reptilien wurden die Federn der Vögel u. ſ. w. Auch dieſer Vorſtellung liegt ein richtiger Gedanke zu Grunde. Aber wenn auch gewiß die Veränderung der Atmoſphäre, wie die Veränderung jeder andern äußern Exiſtenzbedingung, auf den Organismus direkt oder indirekt umgeſtaltend einwirkt, ſo iſt dennoch dieſe einzelne Urſache an ſich viel zu unbedeutend, um ihr ſolche Wirkungen zuzuſchreiben. Sie iſt ſelbſt unbedeutender, als die von Lamarck zu einſeitig betonte Uebung und Gewohnheit. Das Hauptverdienſt von Geoffroy beſteht darin, dem mächtigen Einfluſſe von Cuvier gegenüber die einheitliche Naturanſchauung, die Einheit der organiſchen Formbildung und den tiefen genealogiſchen Zuſammenhang der verſchiedenen organiſchen Geſtalten geltend gemacht zu haben. Die berühmten Streitigkeiten zwiſchen den beiden großen Gegnern in der Pariſer Akademie, insbeſondere die heftigen Konflikte am 22. Februar und am 19. Juli 1830, an denen Goethe den lebendigſten Antheil nahm, habe ich bereits in dem vorhergehenden Vortrage erwähnt (S. 77, 78). Damals blieb Cuvier der anerkannte Sieger, und ſeit jener Zeit iſt in Frankreich ſehr Wenig mehr für die weitere Entwickelung der Abſtammungslehre, für den Ausbau einer moniſtiſchen Entwickelungstheorie, geſchehen. Offenbar iſt dies vorzugsweiſe dem hinderlichen Einfluſſe zuzuſchreiben, welchen Cuvier's große Autorität ausübte. Noch heute ſind die meiſten franzöſiſchen Naturforſcher Schüler und blinde Anhänger Cuvier's. In keinem wiſſenſchaftlich gebildeten Lande Europa's hat Darwin's Lehre ſo

wenig gewirkt und ist so wenig verstanden worden, wie in Frankreich. Die Akademie der Wissenschaften in Paris hat sogar den Vorschlag, Darwin zu ihrem Mitgliede zu ernennen, ausdrücklich verworfen, und damit sich selbst dieser höchsten Ehre für unwürdig erklärt. Unter den neueren französischen Naturforschern sind nur noch zwei angesehene Botaniker hervorzuheben, Naudin (1852) und Lecoq (1854), welche sich schon vor Darwin zu Gunsten der Veränderlichkeit und Umbildung der Arten auszusprechen wagten.

Nachdem wir nun die älteren Verdienste der deutschen und französischen Naturphilosophie um die Begründung der Abstammungslehre erörtert haben, wenden wir uns zu dem dritten großen Kulturlande Europa's, zu dem freien England, welches seit dem Jahre 1859 der eigentliche Ausgangsheerd für die weitere Ausbildung und die definitive Feststellung der Entwickelungstheorie geworden ist. Im Anfange unseres Jahrhunderts haben die Engländer, welche jetzt so lebendig an jedem großen wissenschaftlichen Fortschritt der Menschheit Theil nehmen, und die ewigen Wahrheiten der Naturwissenschaft in erster Linie fördern, an der festländischen Naturphilosophie und an deren bedeutendstem Fortschritte, der Descendenztheorie, nur wenig Antheil genommen. Fast der einzige ältere englische Naturforscher, den wir hier zu nennen haben, ist Erasmus Darwin, der Großvater des Reformators der Descendenztheorie. Er veröffentlichte im Jahre 1794 unter dem Titel „Zoonomia" ein naturphilosophisches Werk, in welchem er ganz ähnliche Ansichten, wie Goethe und Lamarck, ausspricht, ohne jedoch von diesen Männern damals irgend Etwas gewußt zu haben. Die Descendenztheorie lag offenbar schon damals in der Luft. Auch Erasmus Darwin legt großes Gewicht auf die Umgestaltung der Thier- und Pflanzenarten durch ihre eigene Lebensthätigkeit, durch die Angewöhnung an veränderte Existenzbedingungen u. s. w. Sodann spricht sich im Jahre 1822 W. Herbert dahin aus, daß die Arten oder Species der Thiere und Pflanzen Nichts weiter seien, als beständig gewordene Varietäten oder Spielarten. Ebenso erklärte 1826 Grant in Edinburg, daß neue Arten durch fortdauernde

Umbildung aus bestehenden Arten hervorgehen. 1841 behauptete Freke, daß alle organischen Wesen von einer einzigen Urform abstammen müßten. Ausführlicher und in sehr klarer philosophischer Form bewies 1852 Herbert Spencer die Nothwendigkeit der Abstammungslehre und begründete dieselbe näher in seinen 1858 erschienenen vortrefflichen „Essays“ und in den später veröffentlichten „Principles of Biology“[45]). Derselbe hat zugleich das große Verdienst, die Entwickelungstheorie auf die Psychologie angewandt und gezeigt zu haben, daß auch die Seelenthätigkeiten und die Geisteskräfte nur stufenweise erworben und allmählich entwickelt werden konnten. Endlich ist noch hervorzuheben, daß 1859 der Erste unter den englischen Zoologen, Huxley, die Descendenztheorie als die einzige Schöpfungshypothese bezeichnete, welche mit der wissenschaftlichen Physiologie vereinbar sei. In demselben Jahre erschien die „Einleitung in die Tasmanische Flora“, worin der berühmte englische Botaniker Hooker die Descendenztheorie annimmt und durch wichtige eigene Beobachtungen unterstützt.

Sämmtliche Naturforscher und Philosophen, welche Sie in dieser kurzen historischen Uebersicht als Anhänger der Entwickelungstheorie kennen gelernt haben, gelangten im besten Falle zu der Anschauung, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenarten, die zu irgend einer Zeit auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die allmählich veränderten und umgebildeten Nachkommen von einer einzigen, oder von einigen wenigen, ursprünglichen, höchst einfachen Stammformen sind, welche letztere einst durch Urzeugung (Generatio spontanea) aus anorganischer Materie entstanden. Aber keiner von jenen Naturphilosophen gelangte dazu, diesen Grundgedanken der Abstammungslehre ursächlich zu begründen, und die Umbildung der organischen Species durch den wahren Nachweis ihrer mechanischen Ursachen wirklich zu erklären. Diese schwierigste Aufgabe vermochte erst Charles Darwin zu lösen, und hierin liegt die weite Kluft, welche denselben von seinen Vorgängern trennt.

Das außerordentliche Verdienst Charles Darwin's ist nach

meiner Ansicht ein doppeltes: er hat erstens die Abstammungslehre, deren Grundgedanken schon Goethe und Lamarck klar aussprachen, viel umfassender entwickelt, viel eingehender nach allen Seiten verfolgt, und viel strenger im Zusammenhang durchgeführt, als alle seine Vorgänger; und er hat zweitens eine neue Theorie aufgestellt, welche uns die natürlichen Ursachen der organischen Entwickelung, die wirkenden Ursachen (Causae efficientes) der organischen Formbildung, der Veränderungen und Umformungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt. Diese Theorie ist es, welche wir die Züchtungslehre oder Selectionstheorie, oder genauer die Theorie von der natürlichen Züchtung (Selectio naturalis) nennen.

Wenn Sie bedenken, daß (abgesehen von den wenigen vorher angeführten Ausnahmen) die gesammte Biologie vor Darwin den entgegengesetzten Anschauungen huldigte, und daß fast bei allen Zoologen und Botanikern die absolute Selbstständigkeit der organischen Species als selbstverständliche Voraussetzung aller Formbetrachtungen galt, so werden sie jenes doppelte Verdienst Darwin's gewiß nicht gering anschlagen. Das falsche Dogma von der Beständigkeit und unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten hatte eine so hohe Autorität und eine so allgemeine Geltung gewonnen, und wurde außerdem durch den trügenden Augenschein bei oberflächlicher Betrachtung so sehr begünstigt, daß wahrlich kein geringer Grad von Muth, Kraft und Verstand dazu gehörte, sich reformatorisch gegen jenes allmächtige Dogma zu erheben und das künstlich darauf errichtete Lehrgebäude zu zertrümmern. Außerdem brachte aber Darwin noch den neuen und höchst wichtigen Grundgedanken der „natürlichen Züchtung" zu Lamarck's und Goethe's Abstammungslehre hinzu.*

Man muß diese beiden Punkte scharf unterscheiden, — freilich geschieht es gewöhnlich nicht, — man muß scharf unterscheiden erstens die Abstammungslehre oder Descendenztheorie von Lamarck, welche bloß behauptet, daß alle Thier- und Pflanzenarten von gemeinsamen, einfachsten, spontan entstandenen Urformen abstammen — und zweitens die Züchtungslehre oder Selectionstheorie von

Darwin, welche uns zeigt, warum dieſe fortſchreitende Umbildung der organiſchen Geſtalten ſtattfand, welche mechaniſch wirkenden Urſachen die ununterbrochene Neubildung und immer größere Mannichfaltigkeit der Thiere und Pflanzen bedingen.

Eine gerechte Würdigung kann Darwin's unſterbliches Verdienſt erſt ſpäter erwarten, wenn die Entwickelungstheorie, nach Ueberwindung aller entgegengeſetzten Schöpfungstheorien, als das oberſte Erklärungsprinzip der Anthropologie, und dadurch aller anderen Wiſſenſchaften, anerkannt ſein wird. Gegenwärtig, wo in dem heiß entbrannten Kampfe um die Wahrheit Darwin's Name den Anhängern der natürlichen Entwickelungstheorie als Parole dient, wird ſein Verdienſt in entgegengeſetzter Richtung verkannt, indem die einen es ebenſo überſchätzen, als es die anderen herabſetzen.

Ueberſchätzt wird Darwin's Verdienſt, wenn man ihn als den Begründer der Deſcendenztheorie oder gar der geſammten Entwickelungstheorie bezeichnet. Wie Sie aus der hiſtoriſchen Darſtellung dieſes und der vorhergehenden Vorträge bereits entnommen haben, iſt die Entwickelungstheorie als ſolche nicht neu; alle Naturphiloſophen, welche ſich nicht dem blinden Dogma einer übernatürlichen Schöpfung gebunden überliefern wollten, mußten eine natürliche Entwickelung annehmen. Aber auch die Deſcendenztheorie, als der umfaſſende biologiſche Theil der univerſalen Entwickelungstheorie, wurde von Lamarck bereits ſo klar ausgeſprochen, und bis zu den wichtigſten Konſequenzen ausgeführt, daß wir ihn als den eigentlichen Begründer derſelben verehren müſſen. Daher darf nicht die Deſcendenztheorie als Darwinismus bezeichnet werden, ſondern nur die Selectionstheorie. Dieſe letztere iſt aber an ſich von ſolcher Bedeutung, daß man ihren Werth kaum hoch genug anſchlagen kann.

Unterſchätzt wird Darwin's Verdienſt natürlich von allen ſeinen Gegnern. Doch kann man von wiſſenſchaftlichen Gegnern deſſelben, die durch gründliche biologiſche Bildung zur Abgabe eines Urtheils legitimirt wären, eigentlich nicht mehr reden. Denn unter allen gegen Darwin und die Deſcendenztheorie veröffentlichten Schrif-

ten kann mit Ausnahme derjenigen von Agaſſiz keine einzige Anſpruch überhaupt auf Berückſichtigung, geſchweige denn Widerlegung erheben; ſo offenbar ſind ſie alle entweder ohne gründliche Kenntniß der biologiſchen Thatſachen, oder ohne klares philoſophiſches Verſtändniß derſelben geſchrieben. Um die Angriffe von Theologen und anderen Laien aber, die überhaupt Nichts von der Natur wiſſen, brauchen wir uns nicht weiter zu kümmern.

Der einzige hervorragende wiſſenſchaftliche Gegner, der bis vor Kurzem noch Darwin und der ganzen Entwickelungstheorie gegenüberſtand, deſſen prinzipielle Oppoſition aber freilich auch nur als philoſophiſche Kurioſität Beachtung verdiente, war Louis Agaſſiz. In der 1869 in Paris erſchienenen franzöſiſchen Ueberſetzung ſeines vorher von uns betrachteten „Essay on classification“ [5]), hat Agaſſiz ſeinen ſchon früher vielfach geäußerten Gegenſatz gegen den „Darwinismus“ in die entſchiedenſte Form gebracht. Er hat dieſer Ueberſetzung einen beſonderen, 16 Seiten langen Abſchnitt angehängt, welcher den Titel führt: „Le Darwinisme. Classification de Haeckel.“ In dieſem ſonderbaren Kapitel ſtehen die wunderlichſten Dinge zu leſen, wie z. B. „die Darwin'ſche Idee iſt eine Conception a priori. — Der Darwinismus iſt eine Traveſtie der Thatſachen. — Die Wiſſenſchaft würde auf die Rechte verzichten, die ſie bisher auf das Vertrauen der ernſten Geiſter beſeſſen hat, wenn dergleichen Skizzen als die Anzeichen eines wahren Fortſchrittes aufgenommen würden!“ — Die Krone ſetzt aber der ſeltſamen Polemik folgender Satz auf: „Der Darwinismus ſchließt faſt die ganze Maſſe der erworbenen Kenntniſſe aus, um nur das zurückzubehalten und ſich zu aſſimiliren, was ſeiner Doctrin dienen kann!“

Das heißt denn doch die ganze Sachlage vollſtändig auf den Kopf ſtellen! Der Biologe, der die Thatſachen kennt, muß über den Muth erſtaunen, mit dem Agaſſiz ſolche Sätze ausſpricht, Sätze, an denen kein wahrer Buchſtabe iſt, und die er ſelbſt nicht glauben kann! Die unerſchütterliche Stärke der Deſcendenztheorie liegt gerade darin, daß ſämmtliche biologiſche Thatſachen eben nur durch

ſie erklärbar ſind, ohne ſie dagegen unverſtändliche Wunder bleiben. Alle unſere „erworbenen Kenntniſſe" in der vergleichenden Anatomie und Phyſiologie, in der Embryologie und Paläontologie, in der Lehre von der geographiſchen und topographiſchen Verbreitung der Organismen u. ſ. w., ſie alle ſind unwiderlegliche Zeugniſſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

Mit Louis Agaſſiz iſt im December 1873 der letzte Gegner des Darwinismus in's Grab geſtiegen, der überhaupt wiſſenſchaftliche Beachtung verdiente. Seine letzte Schrift (erſt nach ſeinem Tode in dem „Atlantic Monthly" vom Januar 1874 erſchienen) behandelt die „Entwickelung und Permanenz des Typus" und iſt ſpeciell gegen Darwin's Ideen und gegen meine phylogenetiſchen Theorien gerichtet. Die außerordentliche Schwäche dieſes letzten Verſuches, der den Kern der Sache gar nicht berührt, beweiſt deutlicher, als alles Andere, daß das Arſenal unſerer Gegner völlig erſchöpft iſt.

Ich habe in meiner generellen Morphologie[4]) und beſonders im ſechſten Buche derſelben (in der generellen Phylogenie) den „Essay on classification" von Agaſſiz in allen weſentlichen Punkten eingehend widerlegt. In meinem 24ſten Kapitel habe ich demjenigen Abſchnitte, den er ſelbſt für den wichtigſten hält (über die Gruppenſtufen oder Kategorien des Syſtems) eine ſehr ausführliche und ſtreng wiſſenſchaftliche Erörterung gewidmet, und gezeigt, daß dieſer ganze Abſchnitt ein reines Luftſchloß, ohne jede Spur von realer Begründung iſt. Agaſſiz hat ſich aber wohl gehütet, auf dieſe Widerlegung irgendwie einzugehen, wie er ja auch nicht im Stande iſt, irgend etwas Stichhaltiges dagegen vorzubringen. Er kämpft nicht mit Beweisgründen, ſondern mit Phraſen! Eine derartige Gegnerſchaft wird aber den vollſtändigen Sieg der Entwickelungstheorie nicht aufhalten, ſondern nur beſchleunigen!

Sechſter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin.

Charles Lyell's Grundſätze der Geologie. Seine natürliche Entwickelungsgeſchichte der Erde. Entſtehung der größten Wirkungen durch Summirung der kleinſten Urſachen. Unbegrenzte Länge der geologiſchen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvier'ſchen Schöpfungsgeſchichte. Begründung des ununterbrochenen Zuſammenhangs der geſchichtlichen Entwickelung durch Lyell und Darwin. Biographiſche Notizen über Charles Darwin. Seine wiſſenſchaftlichen Werke. Seine Korallenriffttheorie. Entwickelung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's Studium der Hausthiere und Kulturpflanzen. Andreas Wagner's Anſicht von der beſonderen Schöpfung der Kulturorganismen für den Menſchen. Der Baum des Erkenntniſſes im Paradies. Vergleichung der wilden und der Kulturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben. Bedeutung der Taubenzucht. Gemeinſame Abſtammung aller Taubenraſſen.

Meine Herren! In den letzten drei Jahrzehnten, welche vor dem Erſcheinen von Darwin's Werk verfloſſen, vom Jahre 1830 bis 1859, blieben in den organiſchen Naturwiſſenſchaften die Schöpfungsvorſtellungen durchaus herrſchend, welche von Cuvier eingeführt waren. Man bequemte ſich zu der unwiſſenſchaftlichen Annahme, daß im Verlaufe der Erdgeſchichte eine Reihe von unerklärlichen Erdrevolutionen periodiſch die ganze Thier- und Pflanzenwelt vernichtet habe, und daß am Ende jeder Revolution, beim Beginn einer neuen Periode, eine neue, vermehrte und verbeſſerte Auflage der organiſchen Bevölkerung erſchienen ſei. Trotzdem die Anzahl dieſer Schöpfungsauflagen

durchaus ſtreitig und in Wahrheit gar nicht feſtzuſtellen war, trotzdem die zahlreichen Fortſchritte, welche in allen Gebieten der Zoologie und Botanik während dieſer Zeit gemacht wurden, auf die Unhaltbarkeit jener bodenloſen Hypotheſe Cuvier's und auf die Wahrheit der natürlichen Entwickelungstheorie Lamarck's immer dringender hinwieſen, blieb dennoch die erſtere faſt allgemein bei den Biologen in Geltung. Dies iſt vor Allem der hohen Autorität zuzuſchreiben, welche ſich Cuvier erworben hatte, und es zeigt ſich hier wieder ſchlagend, wie ſchädlich der Glaube an eine beſtimmte Autorität dem Entwickelungsleben der Menſchen wird — die Autorität, von der Goethe einmal treffend ſagt: daß ſie im Einzelnen verewigt, was einzeln vorübergehen ſollte, daß ſie ablehnt und an ſich vorübergehen läßt, was feſtgehalten werden ſollte, und daß ſie hauptſächlich Schuld iſt, wenn die Menſchheit nicht vom Flecke kommt.

Nur durch das große Gewicht von Cuvier's Autorität, und durch die gewaltige Macht der menſchlichen Trägheit, welche ſich ſchwer entſchließt, von dem breitgetretenen Wege der alltäglichen Vorſtellungen abzugehen, und neue, noch nicht bequem gebahnte Pfade zu betreten, läßt es ſich begreifen, daß Lamarck's Deſcendenztheorie erſt 1859 zur Geltung gelangte, nachdem Darwin ihr ein neues Fundament gegeben hatte. Der empfängliche Boden für dieſelbe war längſt vorbereitet, ganz beſonders durch das Verdienſt eines anderen engliſchen Naturforſchers, Charles Lyell, auf deſſen hohe Bedeutung für die „natürliche Schöpfungsgeſchichte" wir hier nothwendig einen Blick werfen müſſen.

Unter dem Titel: Grundſätze der Geologie (Principles of geology)[11]) veröffentlichte Charles Lyell 1830 ein Werk, welches die Geologie, die Entwickelungsgeſchichte der Erde, von Grund aus umgeſtaltete, und dieſelbe in ähnlicher Weiſe reformirte, wie 30 Jahre ſpäter Darwin's Werk die Biologie. Lyell's epochemachendes Buch, welches Cuvier's Schöpfungshypotheſe an der Wurzel zerſtörte, erſchien in demſelben Jahre, in welchem Cuvier ſeine großen Triumphe über die Naturphiloſophie feierte, und ſeine Oberherrſchaft

über das morphologiſche Gebiet auf drei Jahrzehnte hinaus befeſtigte. Während Cuvier durch ſeine künſtliche Schöpfungshypotheſe und die damit verbundene Kataſtrophen-Theorie einer natürlichen Entwickelungstheorie geradezu den Weg verlegte und den Faden der natürlichen Erklärung abſchnitt, brach Lyell derſelben wieder freie Bahn, und führte einleuchtend den geologiſchen Beweis, daß jene dualiſtiſchen Vorſtellungen Cuvier's ebenſowohl ganz unbegründet, als auch ganz überflüſſig ſeien. Er wies nach, daß diejenigen Veränderungen der Erdoberfläche, welche noch jetzt unter unſern Augen vor ſich gehen, vollkommen hinreichend ſeien, Alles zu erklären, was wir von der Entwickelung der Erdrinde überhaupt wiſſen, und daß es vollſtändig überflüſſig und unnütz ſei, in räthſelhaften Revolutionen die unerklärlichen Urſachen dafür zu ſuchen. Er zeigte, daß man weiter Nichts zu Hülfe zu nehmen brauche, als außerordentlich lange Zeiträume, um die Entſtehung des Baues der Erdrinde auf die einfachſte und natürlichſte Weiſe aus denſelben Urſachen zu erklären, welche noch heutzutage wirkſam ſind. Viele Geologen hatten ſich früher gedacht, daß die höchſten Gebirgsketten, welche auf der Erdoberfläche hervortreten, ihren Urſprung nur ungeheuren, einen großen Theil der Erdoberfläche umgeſtaltenden Revolutionen, insbeſondere coloſſalen vulkaniſchen Ausbrüchen verdanken könnten. Solche Bergketten z. B. wie die Alpen, oder wie die Cordilleren, ſollten auf einmal aus dem feuerflüſſigen Erdinnern durch einen ungeheuren Spalt der weit geborſtenen Erdrinde emporgeſtiegen ſein. Lyell zeigte dagegen, daß wir uns die Entwickelung ſolcher ungeheuren Gebirgsketten ganz natürlich aus denſelben langſamen, unmerklichen Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche erklären können, die noch jetzt fortwährend vor ſich gehen, und deren Urſachen keineswegs wunderbar ſind. Wenn dieſe Senkungen und Hebungen auch vielleicht im Jahrhundert nur ein paar Zoll oder höchſtens einige Fuß betragen, ſo können ſie doch bei einer Dauer von einigen Jahr-Millionen vollſtändig genügen, um die höchſten Gebirgsketten hervortreten zu laſſen, ohne daß dazu jene räthſelhaften und unbegreiflichen Revolutionen nöthig wären.

Auch die meteorologiſche Thätigkeit der Atmoſphäre, die Wirkſamkeit des Regens und des Schnees, ferner die Brandung der Küſte, welche an und für ſich nur unbedeutend zu wirken ſcheinen, müſſen die größten Veränderungen hervorbringen, wenn man nur hinlänglich große Zeiträume für deren Wirkſamkeit in Anſpruch nimmt. Die Summirung der kleinſten Urſachen bringt die größten Wirkungen hervor. Der Waſſertropfen höhlt den Stein aus.

Auf die unermeßliche Länge der geologiſchen Zeiträume, welche hierzu erforderlich ſind, müſſen wir nothwendig ſpäter noch einmal zurückkommen, da, wie Sie ſehen werden, auch für Darwin's Theorie, ebenſo wie für diejenige Lyell's, die Annahme ganz ungeheurer Zeitmaaße abſolut unentbehrlich iſt. Wenn die Erde und ihre Organismen ſich wirklich auf natürlichem Wege entwickelt haben, ſo muß dieſe langſame und allmähliche Entwickelung jedenfalls eine Zeitdauer in Anſpruch genommen haben, deren Vorſtellung unſer Faſſungsvermögen gänzlich überſteigt. Da Viele aber gerade hierin eine Hauptſchwierigkeit jener Entwickelungstheorien erblicken, ſo will ich jetzt ſchon vorausgreifend bemerken, daß wir nicht einen einzigen vernünftigen Grund haben, irgend wie uns die hierzu erforderliche Zeit beſchränkt zu denken. Wenn nicht allein viele Laien, ſondern ſelbſt hervorragende Naturforſcher, als Haupteinwand gegen dieſe Theorien einwerfen, daß dieſelben willkürlich zu lange Zeiträume in Anſpruch nähmen, ſo iſt dieſer Einwand kaum zu begreifen. Denn es iſt abſolut nicht einzuſehen, was uns in der Annahme derſelben irgendwie beſchränken ſollte. Wir wiſſen längſt allein ſchon aus dem Bau der geſchichteten Erdrinde, daß die Entſtehung derſelben, der Abſatz der neptuniſchen Geſteine aus dem Waſſer, allermindeſtens mehrere Millionen Jahre gedauert haben muß. Ob wir aber hypothetiſch für dieſen Prozeß zehn Millionen oder zehntauſend Billionen Jahre annehmen, iſt vom Standpunkte der ſtrengſten Naturphiloſophie gänzlich gleichgültig. Vor uns und hinter uns liegt die Ewigkeit. Wenn ſich bei vielen gegen die Annahme von ſo ungeheuren Zeiträumen das Gefühl ſträubt, ſo iſt das die Folge der

falschen Vorstellungen, welche uns von frühester Jugend an über die angeblich kurze, nur wenige Jahrtausende umfassende Geschichte der Erde eingeprägt werden. Wie Albert Lange in seiner Geschichte des Materialismus[12]) schlagend beweist, ist es vom streng kritisch-philosophischen Standpunkte aus jeder naturwissenschaftlichen Hypothese viel eher erlaubt, die Zeiträume zu groß, als zu klein anzunehmen. Jeder Entwickelungsvorgang läßt sich um so eher begreifen, je längere Zeit er dauert. Ein kurzer und beschränkter Zeitraum für denselben ist von vornherein das Unwahrscheinlichste.

Wir haben hier nicht Zeit, auf Lyell's vorzügliches Werk näher einzugehen, und wollen daher bloß das wichtigste Resultat desselben hervorheben, daß es nämlich Cuvier's Schöpfungsgeschichte mit ihren mythischen Revolutionen gründlich widerlegte, und an deren Stelle einfach die beständige langsame Umbildung der Erdrinde durch die fortdauernde Thätigkeit der noch jetzt auf die Erdoberfläche wirkenden Kräfte setzte, die Thätigkeit des Wassers und des vulkanischen Erdinnern. Lyell wies also einen continuirlichen, ununterbrochenen Zusammenhang der ganzen Erdgeschichte nach, und er bewies denselben so unwiderleglich, er begründete so einleuchtend die Herrschaft der „existing causes", der noch heute wirksamen, dauernden Ursachen in der Umbildung der Erdrinde, daß in kurzer Zeit die Geologie Cuvier's Hypothese vollkommen aufgab.

Nun ist es aber merkwürdig, daß die Paläontologie, die Wissenschaft von den Versteinerungen, soweit sie von den Botanikern und Zoologen betrieben wurde, von diesem großen Fortschritt der Geologie scheinbar unberührt blieb. Die Biologie nahm fortwährend noch jene wiederholte neue Schöpfung der gesammten Thier- und Pflanzenbevölkerung im Beginne jeder neuen Periode der Erdgeschichte an, obwohl diese Hypothese von den einzelnen, schubweise in die Welt gesetzten Schöpfungen ohne die Annahme der Revolutionen reiner Unsinn wurde und gar keinen Halt mehr hatte. Offenbar ist es vollkommen ungereimt, eine besondere neue Schöpfung der ganzen Thier- und Pflanzenwelt zu bestimmten Zeitabschnitten anzunehmen, ohne

daß die Erdrinde ſelbſt dabei irgend eine beträchtliche allgemeine Umwälzung erfährt. Trotzdem alſo jene Vorſtellung auf das Engſte mit der Kataſtrophentheorie Cuvier's zuſammenhängt, blieb ſie dennoch herrſchend, nachdem die letztere bereits zerſtört war.

Es war nun dem großen engliſchen Naturforſcher Charles Darwin vorbehalten, dieſen Zwieſpalt völlig zu beſeitigen und zu zeigen, daß auch die Lebewelt der Erde eine ebenſo continuirlich zuſammenhängende Geſchichte hat, wie die unorganiſche Rinde der Erde; daß auch die Thiere und Pflanzen ebenſo allmählich durch Umwandlung (Transmutation) auseinander hervorgegangen ſind, wie die wechſelnden Formen der Erdrinde, der Kontinente und der ſie umſchließenden und trennenden Meere aus früheren, ganz davon verſchiedenen Formen hervorgegangen ſind. Wir können in dieſer Beziehung wohl ſagen, daß Darwin auf dem Gebiete der Zoologie und Botanik den gleichen Fortſchritt herbeiführte, wie Lyell, ſein großer Landsmann, auf dem Gebiete der Geologie. Durch Beide wurde der ununterbrochene Zuſammenhang der geſchichtlichen Entwickelung bewieſen, und eine allmähliche Umänderung der verſchiedenen auf einander folgenden Zuſtände dargethan.

Das beſondere Verdienſt Darwin's iſt nun, wie bereits in dem vorigen Vortrage bemerkt wurde, ein doppeltes. Er hat erſtens die von Lamarck und Goethe aufgeſtellte Deſcendenztheorie in viel umfaſſenderer Weiſe als Ganzes behandelt und im Zuſammenhang durchgeführt, als es von allen ſeinen Vorgängern geſchehen war. Zweitens aber hat er dieſer Abſtammungslehre durch ſeine, ihm eigenthümliche Züchtungslehre (die Selectionstheorie) das cauſale Fundament gegeben, d. h. er hat die wirkenden Urſachen der Veränderungen nachgewieſen, welche von der Abſtammungslehre nur als Thatſachen behauptet werden. Die von Lamarck 1809 in die Biologie eingeführte Deſcendenztheorie behauptet, daß alle verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten von einer einzigen oder einigen wenigen, höchſt einfachen, ſpontan entſtandenen Urformen abſtammen. Die von Darwin 1859 begründete Selectionstheorie zeigt uns, wa-

rum dies der Fall ſein mußte, ſie weiſt uns die wirkenden Urſachen ſo nach, wie es nur Kant wünſchen konnte, und Darwin iſt in der That auf dem Gebiete der organiſchen Naturwiſſenſchaft der Newton geworden, deſſen Kommen Kant prophetiſch verneinen zu können glaubte.

Ehe Sie nun an Darwin's Theorie herantreten, wird es Ihnen vielleicht von Intereſſe ſein, Einiges über die Perſönlichkeit dieſes großen Naturforſchers zu hören, über ſein Leben und die Wege, auf denen er zur Aufſtellung ſeiner Lehre gelangte. Charles Robert Darwin iſt am 12. Februar 1809 zu Shrewsbury am Severn-Fluß geboren, alſo gegenwärtig fünfundſechzig Jahre alt. Im ſiebzehnten Jahre (1825) bezog er die Univerſität Edinburgh, und zwei Jahre ſpäter Chriſt's College zu Cambridge. Kaum 22 Jahre alt, wurde er 1831 zur Theilnahme an einer wiſſenſchaftlichen Expedition berufen, welche von den Engländern ausgeſchickt wurde, vorzüglich um die Südſpitze Südamerika's genauer zu erforſchen und verſchiedene Punkte der Südſee zu unterſuchen. Dieſe Expedition hatte, gleich vielen anderen, rühmlichen, von England ausgerüſteten Forſchungsreiſen, ſowohl wiſſenſchaftliche, als auch praktiſche, auf die Schifffahrt bezügliche Aufgaben zu erfüllen. Das Schiff, von Kapitän Fitzroy kommandirt, führte in treffend ſymboliſcher Weiſe den Namen „Beagle" oder Spürhund. Die Reiſe des Beagle, welche fünf Jahre dauerte, wurde für Darwin's ganze Entwickelung von der größten Bedeutung, und ſchon im erſten Jahre, als er zum erſtenmal den Boden Südamerika's betrat, keimte in ihm der Gedanke der Abſtammungslehre auf, den er dann ſpäterhin zu ſo vollendeter Blüthe entwickelte. Die Reiſe ſelbſt hat Darwin in einem von Dieffenbach in das Deutſche überſetzten Werke beſchrieben, welches ſehr anziehend geſchrieben iſt, und deſſen Lektüre ich Ihnen angelegentlich empfehle [18]). In dieſer Reiſebeſchreibung, welche ſich weit über den gewöhnlichen Durchſchnitt erhebt, tritt Ihnen nicht allein die liebenswürdige Perſönlichkeit Darwin's in ſehr anziehender Weiſe entgegen, ſondern Sie können auch vielfach die Spuren

der Wege erkennen, auf denen er zu ſeinen Vorſtellungen gelangte. Als Reſultat dieſer Reiſe erſchien zunächſt ein großes wiſſenſchaftliches Reiſewerk, an deſſen zoologiſchem und geologiſchem Theil ſich Darwin bedeutend betheiligte, und ferner eine ausgezeichnete Arbeit deſſelben über die Bildung der Korallenriffe, welche allein genügt haben würde, Darwin's Namen mit bleibendem Ruhme zu krönen. Es wird Ihnen bekannt ſein, daß die Inſeln der Südſee größtentheils aus Korallenriffen beſtehen oder von ſolchen umgeben ſind. Die verſchiedenen merkwürdigen Formen derſelben und ihr Verhältniß zu den nicht aus Korallen gebildeten Inſeln vermochte man ſich früher nicht befriedigend zu erklären. Erſt Darwin war es vorbehalten, dieſe ſchwierige Aufgabe zu löſen, indem er außer der aufbauenden Thätigkeit der Korallenthiere auch geologiſche Hebungen und Senkungen des Meeresbodens für die Entſtehung der verſchiedenen Riffgeſtalten in Anſpruch nahm. Darwin's Theorie von der Entſtehung der Korallenriffe iſt, ebenſo wie ſeine ſpätere Theorie von der Entſtehung der organiſchen Arten, eine Theorie, welche die Erſcheinungen vollkommen erklärt, und dafür nur die einfachſten natürlichen Urſachen in Anſpruch nimmt, ohne ſich hypothetiſch auf irgend welche unbekannten Vorgänge zu beziehen. Unter den übrigen Arbeiten Darwin's iſt noch ſeine ausgezeichnete Monographie der Cirrhipedien hervorzuheben, einer merkwürdigen Klaſſe von Seethieren, welche im äußeren Anſehen den Muſcheln gleichen und von Cuvier in der That für zweiſchalige Mollusken gehalten wurden, während dieſelben in Wahrheit zu den Krebsthieren (Cruſtaceen) gehören.

Die außerordentlichen Strapatzen, denen Darwin während der fünfjährigen Reiſe des Beagle ausgeſetzt war, hatten ſeine Geſundheit dergeſtalt zerrüttet, daß er ſich nach ſeiner Rückkehr aus dem unruhigen Treiben Londons zurückziehen mußte, und ſeitdem in ſtiller Zurückgezogenheit auf ſeinem Gute Down, in der Nähe von Bromley in Kent (mit der Eiſenbahn kaum eine Stunde von London entfernt), wohnte. Dieſe Abgeſchiedenheit von dem unruhigen Getreibe

der großen Weltstadt wurde jedenfalls äußerst segensreich für Darwin, und es ist wahrscheinlich, daß wir ihr theilweise mit die Entstehung der Selectionstheorie verdanken. Unbehelligt durch die verschiedenen Geschäfte, welche in London seine Kräfte zersplittert haben würden, konnte er seine ganze Thätigkeit auf das Studium des großen Problems concentriren, auf welches er durch jene Reise hingelenkt worden war. Um Ihnen zu zeigen, welche Wahrnehmungen während seiner Weltumsegelung vorzüglich den Grundgedanken der Selectionstheorie in ihm anregten, und in welcher Weise er denselben dann weiter entwickelte, erlauben Sie mir, Ihnen eine Stelle aus einem Briefe mitzutheilen, welchen Darwin am 8. October 1864 an mich richtete:

„In Südamerika traten mir besonders drei Klassen von Erscheinungen sehr lebhaft vor die Seele: Erstens die Art und Weise, in welcher nahe verwandte Species einander vertreten und ersetzen, wenn man von Norden nach Süden geht; — Zweitens die nahe Verwandtschaft derjenigen Species, welche die Südamerika nahe gelegenen Inseln bewohnen, und derjenigen Species, welche diesem Festland eigenthümlich sind; dies setzte mich in tiefes Erstaunen, besonders die Verschiedenheit derjenigen Species, welche die nahe gelegenen Inseln des Galopagosarchipels bewohnen; — Drittens die nahe Beziehung der lebenden zahnlosen Säugethiere (Edentata) und Nagethiere (Rodentia) zu den ausgestorbenen Arten. Ich werde niemals mein Erstaunen vergessen, als ich ein riesengroßes Panzerstück ausgrub, ähnlich demjenigen eines lebenden Gürtelthiers.

„Als ich über diese Thatsachen nachdachte und einige ähnliche Erscheinungen damit verglich, schien es mir wahrscheinlich, daß nahe verwandte Species von einer gemeinsamen Stammform abstammen könnten. Aber einige Jahre lang konnte ich nicht begreifen, wie eine jede Form so ausgezeichnet ihren besonderen Lebensverhältnissen angepaßt werden konnte. Ich begann darauf systematisch die Hausthiere und die Gartenpflanzen zu studiren, und sah nach einiger Zeit deutlich ein, daß die wichtigste umbildende Kraft in des Menschen Zucht-

monischen Zusammenhang aller großen und allgemeinen Erscheinungsreihen der organischen Natur, welche übereinstimmend für die Wahrheit der Selectionstheorie Zeugniß ablegen.

Den bedeutendsten Folgeschluß der Descendenztheorie, die Abstammung des Menschengeschlechts von anderen Säugethieren, hat Darwin anfangs absichtlich verschwiegen. Erst nachdem dieser höchst wichtige Schluß von anderen Naturforschern entschieden als nothwendige Konsequenz der Abstammungslehre festgestellt war, hat Darwin denselben ausdrücklich anerkannt, und damit „die Krönung seines Gebäudes" vollzogen. Dies geschah in dem höchst interessanten, erst 1871 erschienenen Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl", welches ebenfalls von Victor Carus in das Deutsche übersetzt worden ist [48]). Als ein Nachtrag zu diesem Buche kann das geistreiche physiognomische Werk angesehen werden, welches Darwin 1872 „über den Ausdruck der Gemüths-Bewegungen bei dem Menschen und den Thieren" veröffentlicht hat [49]).

Von der größten Bedeutung für die Begründung der Selectionstheorie war das eingehende Studium, welches Darwin den Hausthieren und Kulturpflanzen widmete. Die unendlich mannichfaltigen Formveränderungen, welche der Mensch an diesen domesticirten Organismen durch künstliche Züchtung erzeugt hat, sind für das richtige Verständniß der Thier- und Pflanzenformen von der allergrößten Wichtigkeit; und dennoch ist in kaum glaublicher Weise dieses Studium von den Zoologen und Botanikern bis in die neueste Zeit in der gröbsten Weise vernachlässigt worden. Es sind nicht allein dicke Bände, sondern ganze Bibliotheken angefüllt worden mit Beschreibungen der einzelnen Arten oder Species, und mit höchst kindischen Streitigkeiten darüber, ob diese Species gute oder ziemlich gute, schlechte oder ziemlich schlechte Arten seien, ohne daß dem Artbegriff selbst darin zu Leibe gegangen ist. Wenn die Naturforscher, statt auf diese unnützen Spielereien ihre Zeit zu verwenden, die Kulturorganismen gehörig studirt und nicht die einzelnen todten Formen, sondern die Umbildung der lebendigen Gestalten in das Auge gefaßt

hätten, ſo würde man nicht ſo lange in den Feſſeln des Cuvier'ſchen Dogmas befangen geweſen ſein. Weil nun aber dieſe Kulturorganismen gerade der dogmatiſchen Auffaſſung von der Beharrlichkeit der Art, von der Conſtanz der Species ſo äußerſt unbequem ſind, ſo hat man ſich großen Theils abſichtlich nicht um dieſelben bekümmert und es iſt ſogar vielfach, ſelbſt von berühmten Naturforſchern, der Gedanke ausgeſprochen worden, dieſe Kulturorganismen, die Hausthiere und Gartenpflanzen, ſeien Kunſtprodukte des Menſchen, und deren Bildung und Umbildung könne gar nicht über das Weſen der Species und über die Entſtehung der Formen bei den wilden, im Naturzuſtande lebenden Arten entſcheiden.

Dieſe verkehrte Auffaſſung ging ſo weit, daß z. B. ein Münchener Zoologe, Andreas Wagner, alles Ernſtes die lächerliche Behauptung aufſtellte: Die Thiere und Pflanzen im wilden Zuſtande ſind vom Schöpfer als beſtimmt unterſchiedene und unveränderliche Arten erſchaffen worden; allein bei den Hausthieren und Kulturpflanzen war dies deshalb nicht nöthig, weil er dieſelben von vornherein für den Gebrauch des Menſchen einrichtete. Der Schöpfer machte alſo den Menſchen aus einem Erdenkloß, blies ihm lebendigen Odem in ſeine Naſe und ſchuf dann für ihn die verſchiedenen nützlichen Hausthiere und Gartenpflanzen, bei denen er ſich in der That die Mühe der Speciesunterſcheidung ſparen konnte. Ob der Baum des Erkenntniſſes im Paradiesgarten eine „gute" wilde Species, oder als Kulturpflanze überhaupt „keine Species" war, erfahren wir leider durch Andreas Wagner nicht. Da der Baum des Erkenntniſſes vom Schöpfer mitten in den Paradiesgarten geſetzt wurde, möchte man eher glauben, daß er eine höchſt bevorzugte Kulturpflanze, alſo überhaupt keine Species war. Da aber andrerſeits die Früchte vom Baume des Erkenntniſſes dem Menſchen verboten waren, und viele Menſchen, wie Wagner's eigenes Beiſpiel klar zeigt, niemals von dieſen Früchten genoſſen haben, ſo iſt er offenbar nicht für den Gebrauch des Menſchen erſchaffen und

alſo wahrſcheinlich eine wirkliche Species! Wie Schade, daß uns Wagner über dieſe wichtige und ſchwierige Frage nicht belehrt hat!

So lächerlich Ihnen nun dieſe Anſicht auch vorkommen mag, ſo iſt dieſelbe doch nur ein folgerichtiger Auswuchs einer falſchen, in der That aber weit verbreiteten Anſicht von dem beſonderen Weſen der Kulturorganismen, und Sie können bisweilen von ganz angeſehenen Naturforſchern ähnliche Einwürfe hören. Gegen dieſe grundfalſche Auffaſſung muß ich mich von vornherein ganz beſtimmt wenden. Das iſt dieſelbe Verkehrtheit, wie ſie die Aerzte begehen, welche behaupten, die Krankheiten ſeien künſtliche Erzeugniſſe, keine Naturerſcheinungen. Es hat viel Mühe gekoſtet, dieſes Vorurtheil zu bekämpfen; und erſt in neuerer Zeit iſt die Anſicht zur allgemeinen Anerkennung gelangt, daß die Krankheiten Nichts ſind, als natürliche Veränderungen des Organismus, wirklich natürliche Lebenserſcheinungen, die nur hervorgebracht werden durch veränderte, abnorme Exiſtenzbedingungen. Die Krankheit iſt alſo nicht, wie die älteren Aerzte oft ſagten, ein Leben außerhalb der Natur (vita praeter naturam), ſondern ein natürliches Leben unter beſtimmten, krank machenden, den Körper mit Gefahr bedrohenden Bedingungen. Ganz ebenſo ſind die Kulturerzeugniſſe nicht künſtliche Produkte des Menſchen, ſondern ſie ſind Naturprodukte, welche unter eigenthümlichen Lebensbedingungen entſtanden ſind. Der Menſch vermag durch ſeine Kultur niemals unmittelbar eine neue organiſche Form zu erzeugen; ſondern er kann nur die Organismen unter neuen Lebensbedingungen züchten, welche umbildend auf ſie einwirken. Alle Hausthiere und alle Gartenpflanzen ſtammen urſprünglich von wilden Arten ab, welche erſt durch die Kultur umgebildet wurden.

Die eingehende Vergleichung der Kulturformen (Raſſen und Spielarten) mit den wilden, nicht durch Kultur veränderten Organismen (Arten und Varietäten) iſt für die Selectionstheorie von der größten Wichtigkeit. Was Ihnen bei dieſer Vergleichung zunächſt am Meiſten auffällt, das iſt die ungewöhnlich kurze Zeit, in welcher der Menſch im Stande iſt, eine neue Form hervorzubringen, und der

ungewöhnlich hohe Grad, in welchem dieſe vom Menſchen producirte Form von der urſprünglichen Stammform abweichen kann. Während die wilden Thiere und die Pflanzen im wilden Zuſtande Jahr aus, Jahr ein dem ſammelnden Zoologen und Botaniker annähernd in derſelben Form erſcheinen, ſo daß eben hieraus das falſche Dogma der Speciesconſtanz entſtehen konnte, ſo zeigen uns dagegen die Hausthiere und die Gartenpflanzen innerhalb weniger Jahre die größten Veränderungen. Die Vervollkommnung, welche die Züchtungskunſt der Gärtner und der Landwirthe erreicht hat, geſtattet es jetzt in ſehr kurzer Zeit, in wenigen Jahren, eine ganz neue Thier- oder Pflanzenform willkürlich zu ſchaffen. Man braucht zu dieſem Zwecke bloß den Organismus unter dem Einfluſſe der beſonderen Bedingungen zu erhalten und fortzupflanzen, welche neue Bildungen zu erzeugen im Stande ſind; und man kann ſchon nach Verlauf von wenigen Generationen neue Arten erhalten, welche von der Stammform in viel höherem Grade abweichen, als die ſogenannten guten Arten im wilden Zuſtande von einander verſchieden ſind. Dieſe Thatſache iſt äußerſt wichtig und kann nicht genug hervorgehoben werden. Es iſt nicht wahr, wenn behauptet wird, die Kulturformen, die von einer und derſelben Form abſtammen, ſeien nicht ſo ſehr von einander verſchieden, wie die wilden Thier- und Pflanzenarten unter ſich. Wenn man nur unbefangen Vergleiche anſtellt, ſo läßt ſich ſehr leicht erkennen, daß eine Menge von Raſſen oder Spielarten, die wir in einer kurzen Reihe von Jahren von einer einzigen Kulturform abgeleitet haben, in höherem Grade von einander unterſchieden ſind, als ſogenannte gute Arten („Bonae species“) oder ſelbſt verſchiedene Gattungen (Genera) einer Familie im wilden Zuſtande ſich unterſcheiden.

Um dieſe äußerſt wichtige Thatſache möglichſt feſt empiriſch zu begründen, beſchloß Darwin eine einzelne Gruppe von Hausthieren ſpeciell in dem ganzen Umfang ihrer Formenmannichfaltigkeit zu ſtudiren, und er wählte dazu die Haustauben, welche in mehrfacher Beziehung für dieſen Zweck ganz beſonders geeignet ſind. Er hielt ſich lange Zeit hindurch auf ſeinem Gute alle möglichen Raſſen und

Spielarten von Tauben, welche er bekommen konnte, und wurde mit reichlichen Zuſendungen aus allen Weltgegenden unterſtützt. Ferner ließ er ſich in zwei Londoner Taubenklubs aufnehmen, welche die Züchtung der verſchiedenen Taubenformen mit wahrhaft künſtleriſcher Virtuoſität und unermüdlicher Leidenſchaft betreiben. Endlich ſetzte er ſich noch mit Einigen der berühmteſten Taubenliebhaber in Verbindung. So ſtand ihm das reichſte empiriſche Material zur Verfügung.

Die Kunſt und Liebhaberei der Taubenzüchtung iſt uralt. Schon mehr als 3000 Jahre vor Chriſtus wurde ſie von den Aegyptern betrieben. Die Römer der Kaiſerzeit gaben ungeheure Summen dafür aus, und führten genaue Stammbaumregiſter über ihre Abſtammung, ebenſo wie die Araber über ihre Pferde und die mecklenburgiſchen Edelleute über ihre eigenen Ahnen ſehr ſorgfältige genealogiſche Regiſter führen. Auch in Aſien war die Taubenzucht eine uralte Liebhaberei der reichen Fürſten, und zur Hofhaltung des Akber Khan, um das Jahr 1600, gehörten mehr als 20,000 Tauben. So entwickelten ſich denn im Laufe mehrerer Jahrtauſende, und in Folge der mannichfaltigen Züchtungsmethoden, welche in den verſchiedenſten Weltgegenden geübt wurden, aus einer einzigen urſprünglich gezähmten Stammform eine ungeheure Menge verſchiedenartiger Raſſen und Spielarten, welche in ihren extremen Formen ganz außerordentlich verſchieden ſind.

Eine der auffallendſten Taubenraſſen iſt die bekannte Pfauentaube, bei der ſich der Schwanz ähnlich entwickelt wie beim Pfau, und eine Anzahl von 30—40 radartig geſtellten Federn trägt; während die anderen Tauben eine viel geringere Anzahl von Schwanzfedern, faſt immer 12, beſitzen. Hierbei mag erwähnt werden, daß die Anzahl der Schwanzfedern bei den Vögeln als ſyſtematiſches Merkmal von den Naturforſchern ſehr hoch geſchätzt wird, ſo daß man ganze Ordnungen danach unterſcheiden könnte. So beſitzen z. B. die Singvögel faſt ohne Ausnahme 12 Schwanzfedern, die Schrillvögel (Strisores) 10 u. ſ. w. Beſonders ausgezeichnet ſind ferner mehrere Taubenraſſen durch einen Buſch von Nackenfedern, welcher eine Art Perrücke bildet, andere durch abenteuerliche Umbildung des Schnabels

und der Füße, durch eigenthümliche, oft ſehr auffallende Verzierungen, z. B. Hautlappen, die ſich am Kopf entwickeln; durch einen großen Kropf, welcher eine ſtarke Hervortreibung der Speiſeröhre am Hals bildet u. ſ. w. Merkwürdig ſind auch die ſonderbaren Gewohnheiten, die viele Tauben ſich erworben haben, z. B. die Lachtauben, die Trommeltauben in ihren muſikaliſchen Leiſtungen, die Brieftauben in ihrem topographiſchen Inſtinct. Die Purzeltauben haben die ſeltſame Gewohnheit, nachdem ſie in großer Schaar in die Luft geſtiegen ſind, ſich zu überſchlagen und aus der Luft wie todt herabzufallen. Die Sitten und Gewohnheiten dieſer unendlich verſchiedenen Taubenraſſen, die Form, Größe und Färbung der einzelnen Körpertheile, die Proportionen derſelben unter einander, ſind in erſtaunlich hohem Maaße von einander verſchieden, in viel höherem Maaße, als es bei den ſogenannten guten Arten oder ſelbſt bei ganz verſchiedenen Gattungen unter den wilden Tauben der Fall iſt. Und, was das Wichtigſte iſt, es beſchränken ſich jene Unterſchiede nicht bloß auf die Bildung der äußerlichen Form, ſondern erſtrecken ſich ſelbſt auf die wichtigſten innerlichen Theile; es kommen ſogar ſehr bedeutende Abänderungen des Skelets und der Muskulatur vor. So finden ſich z. B. große Verſchiedenheiten in der Zahl der Wirbel und Rippen, in der Größe und Form der Lücken im Bruſtbein, in der Form und Größe des Gabelbeins, des Unterkiefers, der Geſichtsknochen u. ſ. w. Kurz das knöcherne Skelet, das die Morphologen für einen ſehr beſtändigen Körpertheil halten, welcher niemals in dem Grade, wie die äußeren Theile, variire, zeigt ſich ſo ſehr verändert, daß man viele Taubenraſſen als beſondere Gattungen aufführen könnte. Zweifelsohne würde dies geſchehen, wenn man alle dieſe verſchiedenen Formen in wildem Naturzuſtande auffände.

Wie weit die Verſchiedenheit der Taubenraſſen geht, zeigt am Beſten der Umſtand, daß alle Taubenzüchter einſtimmig der Anſicht ſind, jede eigenthümliche oder beſonders ausgezeichnete Taubenraſſe müſſe von einer beſonderen wilden Stammart abſtammen. Freilich nimmt Jeder eine verſchiedene Zahl von Stammarten an. Und

dennoch hat Darwin mit überzeugendem Scharfſinn den ſchwierigen Beweis geführt, daß dieſelben ohne Ausnahme ſämmtlich von einer einzigen wilden Stammart, der blauen Felstaube (Columba livia) abſtammen müſſen. In gleicher Weiſe läßt ſich bei den meiſten übrigen Hausthieren und bei den meiſten Kulturpflanzen der Beweis führen, daß alle verſchiedenen Raſſen Nachkommen einer einzigen urſprünglichen wilden Art ſind, die vom Menſchen in den Kulturzuſtand übergeführt wurde.

Ein ähnliches Beiſpiel, wie die Haustaube, liefert unter den Säugethieren unſer zahmes Kaninchen. Alle Zoologen ohne Ausnahme halten es ſchon ſeit langer Zeit für erwieſen, daß alle Raſſen und Spielarten deſſelben von dem gewöhnlichen wilden Kaninchen, alſo von einer einzigen Stammart abſtammen. Und dennoch ſind die extremſten Formen dieſer Raſſen in einem ſolchen Maaße von einander verſchieden, daß jeder Zoologe, wenn er dieſelben im wilden Zuſtande anträfe, ſie unbedenklich nicht allein für ganz verſchiedene „gute Species", ſondern ſogar für Arten von ganz verſchiedenen Gattungen oder Genera der Leporiden-Familie erklären würde. Nicht nur iſt die Färbung, Haarlänge und ſonſtige Beſchaffenheit des Pelzes bei den verſchiedenen zahmen Kaninchen-Raſſen außerordentlich mannichfaltig und in den extremen Gegenſätzen äußerſt abweichend, ſondern auch, was noch viel wichtiger iſt, die typiſche Form des Skelets und ſeiner einzelnen Theile, beſonders die Form des Schädels und des für die Syſtematik ſo wichtigen Gebiſſes, ferner das relative Längenverhältniß der Ohren, der Beine u. ſ. w. In allen dieſen Beziehungen weichen die Raſſen des zahmen Kaninchens unbeſtritten viel weiter von einander ab, als alle die verſchiedenen Formen von wilden Kaninchen und Haſen, die als anerkannt „gute Species" der Gattung Lepus über die ganze Erde zerſtreut ſind. Und dennoch behaupten Angeſichts dieſer klaren Thatſache die Gegner der Entwickelungstheorie, daß die letzteren, die wilden Arten, nicht von einer gemeinſamen Stammform abſtammen, während ſie dies bei den erſteren, den zahmen Raſſen ohne Weiteres zugeben.

Mit Gegnern, welche ſo abſichtlich ihre Augen vor dem ſonnenklaren Lichte der Wahrheit verſchließen, läßt ſich dann freilich nicht weiter ſtreiten.

Während ſo für die Haustaube, für das zahme Kaninchen, für das Pferd u. ſ. w. trotz der merkwürdigen Verſchiedenheit ihrer Spielarten die Abſtammung von einer einzigen wilden ſogenannten „Species" geſichert erſcheint, ſo iſt es dagegen für einige Hausthiere, namentlich die Hunde, Schweine und Rinder, allerdings wahrſcheinlicher, daß die mannichfaltigen Raſſen derſelben von mehreren wilden Stammarten abzuleiten ſind, welche ſich nachträglich im Kulturzuſtande mit einander vermiſcht haben. Indeſſen iſt die Zahl dieſer urſprünglichen wilden Stammarten immer viel geringer, als die Zahl der aus ihrer Vermiſchung und Züchtung hervorgegangenen Kulturformen, und natürlich ſtammen auch jene erſteren urſprünglich von einer einzigen gemeinſamen Stammform der ganzen Gattung ab. Auf keinen Fall ſtammt jede beſondere Kulturraſſe von einer eigenen wilden Art ab.

Im Gegenſatz hierzu behaupten faſt alle Landwirthe und Gärtner mit der größten Beſtimmtheit, daß jede einzelne, von ihnen gezüchtete Raſſe von einer beſonderen wilden Stammart abſtammen müſſe, weil ſie die Unterſchiede der Raſſen ſcharf erkennen, die Vererbung ihrer Eigenſchaften ſehr hochſchätzen, und nicht bedenken, daß dieſelben erſt durch langſame Häufung kleiner, kaum merklicher Abänderungen entſtanden ſind. Auch in dieſer Beziehung iſt die Vergleichung der Kulturraſſen mit den wilden Species äußerſt lehrreich.

Von vielen Seiten, und namentlich von den Gegnern der Entwickelungstheorie, iſt die größte Mühe aufgewendet worden, irgend ein morphologiſches oder phyſiologiſches Merkmal, irgend eine charakteriſtiſche Eigenſchaft aufzufinden, durch welche man die künſtlich gezüchteten, kultivirten „Raſſen" von den natürlich entſtandenen, wilden „Arten" ſcharf und durchgreifend trennen könne. Alle dieſe Verſuche ſind gänzlich fehlgeſchlagen und haben nur mit um ſo größerer Sicherheit zu dem entgegengeſetzten Reſultate geführt, daß eine ſolche Tren-

nung gar nicht möglich iſt. Ich habe dieſes Verhältniß in meiner Kritik des Species-Begriffes ausführlich erörtert und durch Beiſpiele erläutert. (Gen. Morph. II, 323—364.)

Nur eine Seite dieſer Frage mag hier kürzlich noch berührt werden, weil dieſelbe nicht allein von den Gegnern, ſondern ſelbſt von einigen der bedeutendſten Anhänger des Darwinismus, z. B. von Huxley[17]), als eine der ſchwächſten Seiten deſſelben angeſehen worden iſt, nämlich das Verhältniß der Baſtardzeugung oder des Hybridismus. Zwiſchen kultivirten Raſſen und wilden Arten ſollte der Unterſchied beſtehen, daß die erſteren der Erzeugung fruchtbarer Baſtarde fähig ſein ſollten, die letzteren nicht. Je zwei verſchiedene kultivirte Raſſen oder wilde Varietäten einer Species ſollten in allen Fällen die Fähigkeit beſitzen, mit einander Baſtarde zu erzeugen, welche ſich unter einander oder mit einer ihrer Elternformen fruchtbar vermiſchen und fortpflanzen könnten; dagegen ſollten zwei wirklich verſchiedene Species, zwei kultivirte oder wilde Arten einer Gattung, niemals die Fähigkeit beſitzen, mit einander Baſtarde zu zeugen, die unter einander oder mit einer der elterlichen Arten ſich fruchtbar kreuzen könnten.

Was zunächſt die erſte Behauptung betrifft, ſo wird ſie einfach durch die Thatſache widerlegt, daß es Organismen giebt, die ſich mit ihren nachweisbaren Vorfahren überhaupt nicht mehr vermiſchen, alſo auch keine fruchtbare Nachkommenſchaft erzeugen können. So paart ſich z. B. unſer kultivirtes Meerſchweinchen nicht mehr mit ſeinem wilden braſilianiſchen Stammvater. Umgekehrt geht die Hauskatze von Paraguay, welche von unſerer europäiſchen Hauskatze abſtammt, keine eheliche Verbindung mehr mit dieſer ein. Zwiſchen verſchiedenen Raſſen unſerer Haushunde, z. B. zwiſchen den großen Neufundländern und den zwerghaften Schooßhündchen, iſt ſchon aus einfachen mechaniſchen Gründen eine Paarung unmöglich. Ein beſonderes intereſſantes Beiſpiel aber bietet das Porto-Santo-Kaninchen dar (Lepus Huxleyi). Auf der kleinen Inſel Porto-Santo bei Madeira wurden im Jahre 1419 einige Kaninchen ausgeſetzt,

die an Bord eines Schiffes von einem zahmen ſpaniſchen Kaninchen geboren worden waren. Dieſe Thierchen vermehrten ſich in kurzer Zeit, da keine Raubthiere dort waren, ſo maſſenhaft, daß ſie zur Landplage wurden und ſogar eine dortige Kolonie zur Aufhebung zwangen. Noch gegenwärtig bewohnen ſie die Inſel in Menge, haben ſich aber im Laufe von 450 Jahren zu einer ganz eigenthümlichen Spielart — oder wenn man will „guten Art" — entwickelt, ausgezeichnet durch eigenthümliche Färbung, rattenähnliche Form, geringe Größe, nächtliche Lebensweiſe und außerordentliche Wildheit. Das Wichtigſte jedoch iſt, daß ſich dieſe neue Art, die ich Lepus Huxleyi nenne, mit dem europäiſchen Kaninchen, von dem ſie abſtammt, nicht mehr kreuzt und keine Baſtarde mehr damit erzeugt.

Auf der andern Seite kennen wir jetzt zahlreiche Beiſpiele von fruchtbaren echten Baſtarden, d. h. von Miſchlingen, die aus der Kreuzung von zwei ganz verſchiedenen Arten hervorgegangen ſind, und trotzdem ſowohl unter einander, als auch mit einer ihrer Stammarten ſich fortpflanzen. Den Botanikern ſind ſolche „Baſtard-Arten" (Species hybridae) längſt in Menge bekannt, z. B. aus den Gattungen der Diſtel (Cirsium), des Goldregen (Cytisus), der Brombeere (Rubus) u. ſ. w. Aber auch unter den Thieren ſind dieſelben keineswegs ſelten, und vielleicht ſogar ſehr häufig. Man kennt fruchtbare Baſtarde, die aus der Kreuzung von zwei verſchiedenen Arten einer Gattung entſtanden ſind, aus mehreren Gattungen der Schmetterlings-Ordnung (Zygaena, Saturnia), der Karpfen-Familie, der Finken, Hühner, Hunde, Katzen u. ſ. w. Zu den intereſſanteſten gehört das Haſen-Kaninchen (Lepus Darwinii), der Baſtard von unſern einheimiſchen Haſen und Kaninchen, welcher in Frankreich ſchon ſeit 1850 zu gaſtronomiſchen Zwecken in vielen Generationen gezüchtet worden iſt. Ich beſitze ſelbſt durch die Güte des Profeſſor Conrad, welcher dieſe Züchtungsverſuche auf ſeinem Gute wiederholt hat, ſolche Baſtarde, welche aus reiner Inzucht hervorgegangen ſind, d. h. deren beide Eltern ſelbſt Baſtarde von einem Haſenvater und einer Kaninchenmutter ſind. Der ſo erzeugte Halb-

blut-Baſtard, welchen ich Darwin zu Ehren benannt habe, ſcheint ſich in reiner Inzucht ſo gut wie jede „echte Species" durch viele Generationen fortzupflanzen. Obwohl im Ganzen mehr ſeiner Kaninchenmutter ähnlich, beſitzt derſelbe doch in der Bildung der Ohren und der Hinterbeine beſtimmte Eigenſchaften ſeines Haſenvaters. Das Fleiſch ſchmeckt vortrefflich, mehr haſenartig, obwohl die Farbe mehr kaninchenartig iſt. Nun ſind aber Haſe (Lepus timidus) und Kaninchen (Lepus cuniculus) zwei ſo verſchiedene Species der Gattung Lepus, daß kein Syſtematiker ſie als Varietäten eines Genus anerkennen wird. Auch haben beide Arten ſo verſchiedene Lebensweiſe und im wilden Zuſtande ſo große Abneigung gegen einander, daß ſie ſich aus freien Stücken nicht vermiſchen. Wenn man jedoch die neugeborenen Jungen beider Arten zuſammen aufzieht, ſo kommt dieſe Abneigung nicht zur Entwickelung; ſie vermiſchen ſich mit einander und erzeugen den Lepus Darwinii.

Ein anderes ausgezeichnetes Beiſpiel von Kreuzung verſchiedener Arten (wobei die beiden Species ſogar verſchiedenen Gattungen angehören!) liefern die fruchtbaren Baſtarde von Schafen und Ziegen, die in Chile ſeit langer Zeit zu induſtriellen Zwecken gezogen werden. Welche unweſentlichen Umſtände bei der geſchlechtlichen Vermiſchung die Fruchtbarkeit der verſchiedenen Arten bedingen, das zeigt der Umſtand, daß Ziegenböcke und Schafe bei ihrer Vermiſchung fruchtbare Baſtarde erzeugen, während Schafbock und Ziege ſich überhaupt ſelten paaren, und dann ohne Erfolg. So ſind alſo die Erſcheinungen des Hybridismus, auf welche man irrthümlicherweiſe ein ganz übertriebenes Gewicht gelegt hat, für den Speciesbegriff gänzlich bedeutungslos. Die Baſtardzeugung ſetzt uns eben ſo wenig, als irgend eine andere Erſcheinung, in den Stand, die kultivirten Raſſen von den wilden Arten durchgreifend zu unterſcheiden. Dieſer Umſtand iſt aber von der größten Bedeutung für die Selectionstheorie.

Siebenter Vortrag.

Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.)

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Descendenztheorie). Der Vorgang der künſtlichen Züchtung: Ausleſe (Selection) der verſchiedenen Einzelweſen zur Nachzucht. Die wirkenden Urſachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zuſammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zuſammenhängend. Mechaniſche Natur dieſer beiden phyſiologiſchen Funktionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Ausleſe (Selection) durch den Kampf um's Daſein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (aktuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Exiſtenz, oder Mitbewerbung um die Erlangung der nothwendigen Lebensbedürfniſſe. Umbildende und züchtende Kraft dieſes Kampfes um's Daſein. Vergleichung der natürlichen und der künſtlichen Züchtung. Zuchtwahl im Menſchenleben. Militäriſche und mediciniſche Züchtung.

Meine Herren! Wenn heutzutage häufig die geſammte Entwickelungstheorie, mit der wir uns in dieſen Vorträgen beſchäftigen, als Darwinismus bezeichnet wird, ſo geſchieht dies eigentlich nicht mit Recht. Denn wie Sie aus der geſchichtlichen Einleitung der letzten Vorträge geſehen haben werden, iſt ſchon zu Anfang unſeres Jahrhunderts der wichtigſte Theil der organiſchen Entwickelungstheorie, nämlich die Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie, ganz deutlich ausgeſprochen, und insbeſondere durch Lamarck in die Naturwiſſenſchaft eingeführt worden. Man könnte daher dieſen Theil der Entwickelungstheorie, welcher die gemeinſame Abſtammung aller Thier-

und Pflanzenarten von einfachſten gemeinſamen Stammformen behauptet, ſeinem verdienteſten Begründer zu Ehren mit vollem Rechte Lamarckismus nennen, wenn man einmal an den Namen eines einzelnen hervorragenden Naturforſchers das Verdienſt knüpfen will, eine ſolche Grundlehre zuerſt durchgeführt zu haben. Dagegen würden wir mit Recht als Darwinismus die Selectionstheorie oder Züchtungslehre zu bezeichnen haben, denjenigen Theil der Entwickelungstheorie, welcher uns zeigt, auf welchem Wege und warum die verſchiedenen Organismenarten aus jenen einfachſten Stammformen ſich entwickelt haben (Gen. Morph. II, 166).

Allerdings finden wir die erſte Spur von einer Idee der natürlichen Züchtung ſchon vierzig Jahre vor dem Erſcheinen von Darwin's Werke. Im Jahre 1818 erſchien nämlich eine, bereits 1813 vor der Royal Society geleſene „Nachricht über eine Frau der weißen Raſſe, deren Haut zum Theil der eines Negers gleicht". Der Verfaſſer derſelben, Dr. W. C. Wells, führt an, daß Neger und Mulatten ſich durch Immunität gegen gewiſſe Tropenkrankheiten vor der weißen Raſſe auszeichnen. Bei dieſer Gelegenheit bemerkt er, daß alle Thiere bis zu einem gewiſſen Grade abzuändern ſtreben, daß die Landwirthe durch Benutzung dieſer Eigenſchaft und durch Zuchtwahl ihre Hausthiere veredeln, und fährt dann fort: „Was aber im letzten Falle durch Kunſt geſchieht, ſcheint mit gleicher Wirkſamkeit, wenn auch langſamer, bei der Bildung der Menſchenraſſen, die für die von ihnen bewohnten Gegenden eingerichtet ſind, durch die Natur zu geſchehen. Unter den zufälligen Varietäten von Menſchen, die unter den wenigen und zerſtreuten Einwohnern der mittleren Gegenden von Afrika auftreten, werden einige beſſer als andere die Krankheiten des Landes überſtehen. In Folge davon wird ſich dieſe Raſſe vermehren, während die Anderen abnehmen, und zwar nicht bloß weil ſie unfähig ſind, die Erkrankungen zu überſtehen, ſondern weil ſie nicht im Stande ſind, mit ihren kräftigeren Nachbarn zu konkurriren. Ich nehme als ausgemacht an, daß die Farbe dieſer kräftigeren Raſſe dunkel ſein wird. Da aber die Neigung Varie-

täten zu bilden noch besteht, so wird sich eine immer dunklere Rasse im Laufe der Zeit ausbilden; und da die dunkelste am besten für das Klima paßt, so wird diese zuletzt in ihrer Heimath, wenn nicht die einzige, doch die herrschende werden."

Obwohl in diesem Aufsatze von Wells das Prinzip der natürlichen Züchtung deutlich ausgesprochen und anerkannt ist, so wird es doch bloß in sehr beschränkter Ausdehnung auf die Entstehung der Menschenrassen angewendet und nicht weiter für den Ursprung der Thier- und Pflanzen-Arten verwerthet. Das hohe Verdienst Darwin's, die Selectionstheorie selbstständig ausgebildet und zur vollen und verdienten Geltung gebracht zu haben, wird durch jene frühere, verborgen gebliebene Bemerkung von Wells ebenso wenig geschmälert, als durch einige fragmentarische Bemerkungen über natürliche Züchtung von Patrick Matthew, die in einem 1831 erschienenen Buche über „Schiffsbauholz und Baumkultur" versteckt sind. Auch der berühmte Reisende Alfred Wallace, der unabhängig von Darwin die Selectionstheorie ausgebildet und 1858 gleichzeitig mit Darwin's erster Mittheilung veröffentlicht hatte, steht sowohl hinsichtlich der tiefen Auffassung, als der ausgedehnten Anwendung derselben, weit hinter seinem größeren und älteren Landsmanne zurück, der durch seine höchst umfassende und geniale Ausbildung der ganzen Lehre sich gerechten Anspruch erworben hat, die Theorie mit seinem Namen verbunden zu sehen.

Diese Züchtungslehre oder Selectionstheorie, der Darwinismus im eigentlichen Sinne, zu dessen Betrachtung wir uns jetzt wenden, beruht wesentlich (wie es bereits in dem letzten Vortrage angedeutet wurde) auf der Vergleichung derjenigen Thätigkeit, welche der Mensch bei der Züchtung der Hausthiere und Gartenpflanzen ausübt, mit denjenigen Vorgängen, welche in der freien Natur, außerhalb des Kulturzustandes, zur Entstehung neuer Arten und neuer Gattungen führen. Wir müssen uns, um diese letzten Vorgänge zu verstehen, also zunächst zur künstlichen Züchtung des Menschen wenden, wie es auch von Darwin selbst geschehen ist. Wir müssen untersuchen,

welche Erfolge der Menſch durch ſeine künſtliche Züchtung erzielt, und welche Mittel er anwendet, um dieſe Erfolge hervorzubringen; und dann müſſen wir uns fragen: „Giebt es in der Natur ähnliche Kräfte, ähnlich wirkende Urſachen, wie ſie der Menſch hier anwendet?“

Was nun zunächſt die künſtliche Züchtung betrifft, ſo gehen wir von der Thatſache aus, die zuletzt erörtert wurde, daß deren Produkte in nicht ſeltenen Fällen viel mehr von einander verſchieden ſind, als die Erzeugniſſe der natürlichen Züchtung. In der That weichen die Raſſen oder Spielarten oft in viel höherem Grade und in viel wichtigeren Eigenſchaften von einander ab, als es viele ſogenannte „gute Arten“ oder Species, ja bisweilen ſogar mehr, als es ſogenannte „gute Gattungen“ im Naturzuſtande thun. Vergleichen Sie z. B. die verſchiedenen Aepfelſorten, welche die Gartenkunſt von einer und derſelben urſprünglichen Apfelform gezogen hat, oder vergleichen Sie die verſchiedenen Pferderaſſen, welche die Thierzüchter aus einer und derſelben urſprünglichen Form des Pferdes abgeleitet haben, ſo finden Sie leicht, daß die Unterſchiede der am meiſten verſchiedenen Formen ganz außerordentlich bedeutend ſind, viel bedeutender, als die ſogenannten „ſpecifiſchen Unterſchiede“, welche von den Zoologen und Botanikern bei Vergleichung der wilden Arten angewandt werden, um darauf hin verſchiedene ſogenannte „gute Arten“ zu unterſcheiden.

Wodurch bringt nun der Menſch dieſe außerordentliche Verſchiedenheit oder Divergenz mehrerer Formen hervor, die erwieſenermaßen von einer und derſelben Stammform abſtammen? Laſſen Sie uns zur Beantwortung dieſer Frage einen Gärtner verfolgen, der bemüht iſt, eine neue Pflanzenform zu züchten, die ſich durch eine ſchöne Blumenfarbe auszeichnet. Derſelbe wird zunächſt unter einer großen Anzahl von Pflanzen, welche Sämlinge einer und derſelben Pflanze ſind, eine Auswahl oder Selection treffen. Er wird diejenigen Pflanzen herausſuchen, welche die ihm erwünſchte Blüthenfarbe am meiſten ausgeprägt zeigen. Gerade dieſe Blüthenfarbe iſt ein ſehr veränderlicher Gegenſtand. Zum Beiſpiel zeigen Pflanzen,

welche in der Regel eine weiße Blüthe besitzen, sehr häufig Abweichungen in's Blaue oder Rothe hinein. Gesetzt nun, der Gärtner wünscht eine solche, gewöhnlich weiß blühende Pflanze in rother Farbe zu erhalten, so würde er sehr sorgfältig unter den mancherlei verschiedenen Individuen, die Abkömmlinge einer und derselben Samenpflanze sind, diejenigen heraussuchen, die am deutlichsten einen rothen Anflug zeigen, und diese ausschließlich aussäen, um neue Individuen derselben Art zu erzielen. Er würde die übrigen Samenpflanzen, die weiße oder weniger deutlich rothe Farbe zeigen, ausfallen lassen und nicht weiter kultiviren. Ausschließlich die einzelnen Pflanzen, deren Blüthen das stärkste Roth zeigen, würde er fortpflanzen und die Samen, welche diese auserlesenen Pflanzen bringen, würde er wieder aussäen. Von den Samenpflanzen dieser zweiten Generation würde er wiederum diejenigen sorgfältig herauslesen, die das Rothe, das nun der größte Theil der Samenpflanzen zeigen würde, am deutlichsten ausgeprägt haben. Wenn eine solche Auslese durch eine Reihe von sechs oder zehn Generationen hindurch geschieht, wenn immer mit großer Sorgfalt diejenige Blüthe ausgesucht wird, die das tiefste Roth zeigt, so wird der Gärtner in der sechsten oder zehnten Generation eine Pflanze mit rein rother Blüthenfarbe bekommen, wie sie ihm erwünscht war.

Ebenso verfährt der Landwirth, welcher eine besondere Thierrasse züchten will, also z. B. eine Schafsorte, welche sich durch besonders feine Wolle auszeichnet. Das einzige Verfahren, welches bei der Vervollkommnung der Wolle angewandt wird, besteht darin, daß der Landwirth mit der größten Sorgfalt und Ausdauer unter der ganzen Schafherde diejenigen Individuen aussucht, die die feinste Wolle haben. Diese allein werden zur Nachzucht verwandt, und unter der Nachkommenschaft dieser Auserwählten werden abermals diejenigen herausgesucht, die sich durch die feinste Wolle auszeichnen u. s. f. Wenn diese sorgfältige Auslese eine Reihe von Generationen hindurch fortgesetzt wird, so zeichnen sich zuletzt die auserlesenen Zuchtschafe durch eine Wolle aus, welche sehr auffallend,

und zwar nach dem Wunſche und zu Gunſten des Züchters, von der Wolle des urſprünglichen Stammvaters verſchieden iſt.

Die Unterſchiede der einzelnen Individuen, auf die es bei dieſer künſtlichen Ausleſe ankommt, ſind ſehr klein. Ein gewöhnlicher ungeübter Menſch iſt nicht im Stande, die ungemein feinen Unterſchiede der Einzelweſen zu erkennen, welche ein geübter Züchter auf den erſten Blick wahrnimmt. Das Geſchäft des Züchters iſt keine leichte Kunſt; daſſelbe erfordert einen außerordentlich ſcharfen Blick, eine große Geduld, eine äußerſt ſorgſame Behandlungsweiſe der zu züchtenden Organismen. Bei jeder einzelnen Generation fallen die Unterſchiede der Individuen dem Laien vielleicht gar nicht in das Auge; aber durch die Häufung dieſer feinen Unterſchiede während einer Reihe von Generationen wird die Abweichung von der Stammform zuletzt ſehr bedeutend. Sie wird ſo auffallend, daß endlich die künſtlich erzeugte Form von der urſprünglichen Stammform in weit höherem Grade abweichen kann, als zwei ſogenannte gute Arten im Naturzuſtande thun. Die Züchtungskunſt iſt jetzt ſo weit gediehen, daß der Menſch oft willkürlich beſtimmte Eigenthümlichkeiten bei den kultivirten Arten der Thiere und Pflanzen erzeugen kann. Man kann an die geübteſten Gärtner und Landwirthe beſtimmte Aufträge geben, und z. B. ſagen: Ich wünſche dieſe Pflanzenart in der und der Farbe mit der und der Zeichnung zu haben. Wo die Züchtung ſo vervollkommnet iſt, wie in England, ſind die Gärtner und Landwirthe häufig im Stande, innerhalb einer beſtimmten Zeitdauer, nach Verlauf einer Anzahl von Generationen, das verlangte Reſultat auf Beſtellung zu liefern. Einer der erfahrenſten engliſchen Züchter, Sir John Sebright, konnte ſagen „er wolle eine ihm aufgegebene Feder in drei Jahren hervorbringen, er bedürfe aber ſechs Jahre, um eine gewünſchte Form des Kopfes und Schnabels zu erlangen“. Bei der Zucht der Merinoſchafe in Sachſen werden die Thiere dreimal wiederholt neben einander auf Tiſche gelegt und auf das Sorgfältigſte vergleichend ſtudirt. Jedesmal werden nur die beſten Schafe, mit der feinſten Wolle, ausgeleſen, ſo daß zuletzt von

einer großen Menge nur einzelne wenige, aber ganz auserleſen feine Thiere übrig bleiben. Nur dieſe letzten werden zur Nachzucht verwandt. Es ſind alſo, wie Sie ſehen, ungemein einfache Urſachen, mittelſt welcher die künſtliche Züchtung zuletzt große Wirkungen hervorbringt, und dieſe großen Wirkungen werden nur erzielt durch Summirung der einzelnen an ſich ſehr unbedeutenden Unterſchiede, die durch fortwährend wiederholte Ausleſe oder Selection in einem überraſchenden Maaße vergrößert werden.

Ehe wir nun zur Vergleichung dieſer künſtlichen Züchtung mit der natürlichen übergehen, wollen wir uns klar machen, welche natürlichen Eigenſchaften der Organismen der künſtliche Züchter oder Kultivateur benutzt. Man kann alle verſchiedenen Eigenſchaften, die hierbei in das Spiel kommen, ſchließlich zurückführen auf zwei phyſiologiſche Grundeigenſchaften des Organismus, die ſämmtlichen Thieren und Pflanzen gemeinſchaftlich ſind, und die mit den beiden Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung auf das Innigſte zuſammenhängen. Dieſe beiden Grundeigenſchaften ſind die Erblichkeit oder die Fähigkeit der Vererbung und die Veränderlichkeit oder die Fähigkeit der Anpaſſung. Der Züchter geht aus von der Thatſache, daß alle Individuen einer und derſelben Art verſchieden ſind, wenn auch in ſehr geringem Grade, eine Thatſache, die ſowohl von den Organismen im wilden wie im Kulturzuſtande gilt. Wenn Sie ſich in einem Walde umſehen, der nur aus einer einzigen Baumart, z. B. Buche, beſteht, werden Sie ganz gewiß im ganzen Walde nicht zwei Bäume dieſer Art finden, die abſolut gleich ſind, die in der Form der Veräſtelung, in der Zahl der Zweige und Blätter, der Blüthen und Früchte, ſich vollkommen gleichen. Es finden ſich individuelle Unterſchiede überall, gerade ſo wie bei dem Menſchen. Es giebt nicht zwei Menſchen, welche abſolut identiſch ſind, vollkommen gleich in Größe, Geſichtsbildung, Zahl der Haare, Temperament, Charakter u. ſ. w. Ganz daſſelbe gilt aber auch von den Einzelweſen aller verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten. Bei den meiſten Organismen erſcheinen allerdings die Unterſchiede für den

Laien ſehr geringfügig. Es kommt aber hierbei weſentlich an auf die Uebung in der Erkenntniß dieſer oft ſehr feinen Formcharaktere. Ein Schafhirt z. B. kennt in ſeiner Heerde jedes einzelne Individuum bloß durch genaue Beobachtung der Eigenſchaften, während ein Laie nicht im Stande iſt, alle die verſchiedenen Individuen einer und derſelben Heerde zu unterſcheiden. Die Thatſache der individuellen Verſchiedenheit iſt die äußerſt wichtige Grundlage, auf welche ſich das ganze Züchtungsvermögen des Menſchen gründet. Wenn nicht überall jene individuellen Unterſchiede wären, ſo könnte er nicht aus einer und derſelben Stammform eine Maſſe verſchiedener Spielarten oder Raſſen erziehen. Wir müſſen von vornherein den Grundſatz feſthalten, daß dieſe Erſcheinung ganz allgemein iſt. Wir müſſen nothwendig dieſelbe auch da vorausſetzen, wo wir mit unſeren groben ſinnlichen Hülfsmitteln nicht im Stande ſind, die Unterſchiede zu erkennen. Bei den höheren Pflanzen, bei den Phanerogamen oder Blüthenpflanzen, wo die einzelnen individuellen Stöcke ſo zahlreiche Unterſchiede in der Zahl der Aeſte und Blätter, in der Bildung des Stammes und der Aeſte zeigen, können wir faſt immer jene Unterſchiede leicht wahrnehmen. Aber bei den niederen Pflanzen, z. B. Moſen, Algen, Pilzen, und bei den meiſten Thieren, namentlich den niederen Thieren, iſt dies nicht der Fall. Die individuelle Unterſcheidung aller Einzelweſen einer Art iſt hier meiſtens äußerſt ſchwierig oder ganz unmöglich. Es liegt jedoch kein Grund vor, bloß denjenigen Organismen eine individuelle Verſchiedenheit zuzuſchreiben, bei denen wir ſie ſogleich erkennen können. Vielmehr können wir dieſelbe mit voller Sicherheit als allgemeine Eigenſchaft aller Organismen annehmen, und wir können dies um ſo mehr, da wir im Stande ſind, die Veränderlichkeit der Individuen zurückzuführen auf die mechaniſchen Verhältniſſe der Ernährung. Wir können zeigen, daß wir durch Beeinfluſſung der Ernährung im Stande ſind, auffallende individuelle Unterſchiede da hervorzubringen, wo ſie unter nicht veränderten Ernährungsverhältniſſen nicht wahrzunehmen ſein würden. Die vielen

verwickelten Bedingungen der Ernährung sind aber niemals bei zwei Individuen einer Art absolut gleich.

Ebenso nun, wie wir die Veränderlichkeit oder Anpassungsfähigkeit in ursächlichem Zusammenhang mit den allgemeinen Ernährungsverhältnissen der Thiere und Pflanzen sehen, ebenso finden wir die zweite fundamentale Lebenserscheinung, mit der wir es hier zu thun haben, nämlich die Vererbungsfähigkeit oder Erblichkeit, in unmittelbarem Zusammenhang mit den Erscheinungen der Fortpflanzung. Das zweite, was der Landwirth und der Gärtner bei der künstlichen Züchtung thut, nachdem er ausgesucht, also die Veränderlichkeit benutzt hat, ist, daß er die veränderten Formen festzuhalten und auszubilden sucht durch die Vererbung. Er geht aus von der allgemeinen Thatsache, daß die Kinder ihren Eltern ähnlich sind: „Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm." Diese Erscheinung der Erblichkeit ist bisher in sehr geringem Maaße wissenschaftlich untersucht worden, was zum Theil daran liegen mag, daß die Erscheinung eine zu alltägliche ist. Jedermann findet es ganz natürlich, daß eine jede Art ihres Gleichen erzeugt, daß nicht plötzlich ein Pferd eine Gans oder eine Gans einen Frosch erzeugt. Man ist gewöhnt, diese alltäglichen Vorgänge der Erblichkeit als selbstverständlich anzusehen. Nun ist aber diese Erscheinung nicht so selbstverständlich einfach, wie sie auf den ersten Blick erscheint, und namentlich wird sehr häufig bei der Betrachtung der Erblichkeit übersehen, daß die verschiedenen Nachkommen, die von einem und demselben Elternpaar herstammen, in der That niemals einander ganz gleich, auch niemals absolut gleich den Eltern, sondern immer ein wenig verschieden sind. Wir können den Grundsatz der Erblichkeit nicht dahin formuliren: „Gleiches erzeugt Gleiches", sondern wir müssen ihn vielmehr bedingter dahin aussprechen: „Aehnliches erzeugt Aehnliches". Der Gärtner wie der Landwirth benutzt in dieser Beziehung die Thatsache der Vererbung im weitesten Umfang, und zwar mit besonderer Rücksicht darauf, daß nicht allein diejenigen Eigenschaften von den Organismen vererbt werden, die sie bereits von den Eltern ererbt haben, sondern auch diejenigen,

welche Erfolge der Menſch durch ſeine künſtliche Züchtung erzielt, und welche Mittel er anwendet, um dieſe Erfolge hervorzubringen; und dann müſſen wir uns fragen: „Giebt es in der Natur ähnliche Kräfte, ähnlich wirkende Urſachen, wie ſie der Menſch hier anwendet?“

Was nun zunächſt die künſtliche Züchtung betrifft, ſo gehen wir von der Thatſache aus, die zuletzt erörtert wurde, daß deren Produkte in nicht ſeltenen Fällen viel mehr von einander verſchieden ſind, als die Erzeugniſſe der natürlichen Züchtung. In der That weichen die Raſſen oder Spielarten oft in viel höherem Grade und in viel wichtigeren Eigenſchaften von einander ab; als es viele ſogenannte „gute Arten“ oder Species, ja bisweilen ſogar mehr, als es ſogenannte „gute Gattungen“ im Naturzuſtande thun. Vergleichen Sie z. B. die verſchiedenen Aepfelſorten, welche die Gartenkunſt von einer und derſelben urſprünglichen Apfelform gezogen hat, oder vergleichen Sie die verſchiedenen Pferderaſſen, welche die Thierzüchter aus einer und derſelben urſprünglichen Form des Pferdes abgeleitet haben, ſo finden Sie leicht, daß die Unterſchiede der am meiſten verſchiedenen Formen ganz außerordentlich bedeutend ſind, viel bedeutender, als die ſogenannten „ſpecifiſchen Unterſchiede“, welche von den Zoologen und Botanikern bei Vergleichung der wilden Arten angewandt werden, um darauf hin verſchiedene ſogenannte „gute Arten“ zu unterſcheiden.

Wodurch bringt nun der Menſch dieſe außerordentliche Verſchiedenheit oder Divergenz mehrerer Formen hervor, die erwieſenermaßen von einer und derſelben Stammform abſtammen? Laſſen Sie uns zur Beantwortung dieſer Frage einen Gärtner verfolgen, der bemüht iſt, eine neue Pflanzenform zu züchten, die ſich durch eine ſchöne Blumenfarbe auszeichnet. Derſelbe wird zunächſt unter einer großen Anzahl von Pflanzen, welche Sämlinge einer und derſelben Pflanze ſind, eine Auswahl oder Selection treffen. Er wird diejenigen Pflanzen herausſuchen, welche die ihm erwünſchte Blüthenfarbe am meiſten ausgeprägt zeigen. Gerade dieſe Blüthenfarbe iſt ein ſehr veränderlicher Gegenſtand. Zum Beiſpiel zeigen Pflanzen,

welche in der Regel eine weiße Blüthe beſitzen, ſehr häufig Abweichungen in's Blaue oder Rothe hinein. Geſetzt nun, der Gärtner wünſcht eine ſolche, gewöhnlich weiß blühende Pflanze in rother Farbe zu erhalten, ſo würde er ſehr ſorgfältig unter den mancherlei verſchiedenen Individuen, die Abkömmlinge einer und derſelben Samenpflanze ſind, diejenigen herausſuchen, die am deutlichſten einen rothen Anflug zeigen, und dieſe ausſchließlich ausſäen, um neue Individuen derſelben Art zu erzielen. Er würde die übrigen Samenpflanzen, die weiße oder weniger deutlich rothe Farbe zeigen, ausfallen laſſen und nicht weiter kultiviren. Ausſchließlich die einzelnen Pflanzen, deren Blüthen das ſtärkſte Roth zeigen, würde er fortpflanzen und die Samen, welche dieſe auserleſenen Pflanzen bringen, würde er wieder ausſäen. Von den Samenpflanzen dieſer zweiten Generation würde er wiederum diejenigen ſorgfältig herausleſen, die das Rothe, das nun der größte Theil der Samenpflanzen zeigen würde, am deutlichſten ausgeprägt haben. Wenn eine ſolche Ausleſe durch eine Reihe von ſechs oder zehn Generationen hindurch geſchieht, wenn immer mit großer Sorgfalt diejenige Blüthe ausgeſucht wird, die das tiefſte Roth zeigt, ſo wird der Gärtner in der ſechſten oder zehnten Generation eine Pflanze mit rein rother Blüthenfarbe bekommen, wie ſie ihm erwünſcht war.

Ebenſo verfährt der Landwirth, welcher eine beſondere Thierraſſe züchten will, alſo z. B. eine Schafſorte, welche ſich durch beſonders feine Wolle auszeichnet. Das einzige Verfahren, welches bei der Vervollkommnung der Wolle angewandt wird, beſteht darin, daß der Landwirth mit der größten Sorgfalt und Ausdauer unter der ganzen Schafherde diejenigen Individuen ausſucht, die die feinſte Wolle haben. Dieſe allein werden zur Nachzucht verwandt, und unter der Nachkommenſchaft dieſer Auserwählten werden abermals diejenigen herausgeſucht, die ſich durch die feinſte Wolle auszeichnen u. ſ. f. Wenn dieſe ſorgfältige Ausleſe eine Reihe von Generationen hindurch fortgeſetzt wird, ſo zeichnen ſich zuletzt die auserleſenen Zuchtſchafe durch eine Wolle aus, welche ſehr auffallend,

Pflanzen einwirkt, bezeichnet Darwin mit dem Ausdruck: „Kampf um's Daſein" (Struggle for life).

Der „Kampf um's Daſein" iſt raſch ein Stichwort des Tages geworden. Trotzdem iſt dieſe Bezeichnung vielleicht in mancher Beziehung nicht ganz glücklich gewählt, und würde wohl ſchärfer gefaßt werden können als „Mitbewerbung um die nothwendigen Exiſtenzbedürfniſſe". Man hat nämlich unter dem „Kampfe um das Daſein" manche Verhältniſſe begriffen, die eigentlich im ſtrengen Sinne nicht hierher gehören. Zu der Idee des „Struggle for life" gelangte Darwin, wie aus dem im letzten Vortrage mitgetheilten Briefe erſichtlich iſt, durch das Studium des Buches von Malthus „über die Bedingungen und die Folgen der Volksvermehrung". In dieſem wichtigen Werke wurde der Beweis geführt, daß die Zahl der Menſchen im Ganzen durchſchnittlich in geometriſcher Progreſſion wächſt, während die Menge ihrer Nahrungsmittel nur in arithmetiſcher Progreſſion zunimmt. Aus dieſem Mißverhältniſſe entſpringen eine Maſſe von Uebelſtänden in der menſchlichen Geſellſchaft, welche einen beſtändigen Wettkampf der Menſchen um die Erlangung der nothwendigen, aber nicht für Alle ausreichenden Unterhaltsmittel veranlaſſen.

Darwin's Theorie vom Kampfe um das Daſein iſt gewiſſermaßen eine allgemeine Anwendung der Bevölkerungstheorie von Malthus auf die Geſammtheit der organiſchen Natur. Sie geht von der Erwägung aus, daß die Zahl der möglichen organiſchen Individuen, welche aus den erzeugten Keimen hervorgehen könnten, viel größer iſt, als die Zahl der wirklichen Individuen, welche thatſächlich gleichzeitig auf der Erdoberfläche leben. Die Zahl der möglichen oder potentiellen Individuen wird uns gegeben durch die Zahl der Eier und der ungeſchlechtlichen Keime, welche die Organismen erzeugen. Die Zahl dieſer Keime, aus deren jedem unter günſtigen Verhältniſſen ein Individuum entſtehen könnte, iſt ſehr viel größer, als die Zahl der wirklichen oder aktuellen Individuen, d. h. derjenigen, welche wirklich aus dieſen Keimen entſtehen, zum Leben

gelangen und ſich fortpflanzen. Die bei weitem größte Zahl aller Keime geht in der früheſten Lebenszeit zu Grunde, und es ſind immer nur einzelne bevorzugte Organismen, welche ſich ausbilden können, welche namentlich die erſte Jugendzeit glücklich überſtehen und ſchließlich zur Fortpflanzung gelangen. Dieſe wichtige Thatſache wird einfach bewieſen durch die Vergleichung der Eierzahl bei den einzelnen Arten mit der Zahl der Individuen, die von dieſen Arten exiſtiren. Dieſe Zahlenverhältniſſe zeigen die auffallendſten Widerſprüche. Es giebt z. B. Hühnerarten, welche ſehr zahlreiche Eier legen, und die dennoch zu den ſeltenſten Vögeln gehören; und derjenige Vogel, der der gemeinſte von allen ſein ſoll, der Eisſturmvogel (Procellaria glacialis), legt nur ein einziges Ei. Ebenſo iſt das Verhältniß bei anderen Thieren. Es giebt viele, ſehr ſeltene, wirbelloſe Thiere, welche eine ungeheure Maſſe von Eiern legen; und wieder andere, die nur ſehr wenige Eier produciren und doch zu den gemeinſten Thieren gehören. Denken Sie z. B. an das Verhältniß, welches ſich bei den menſchlichen Bandwürmern findet. Jeder Bandwurm erzeugt binnen kurzer Zeit Millionen von Eiern, während der Menſch, der den Bandwurm beherbergt, eine viel geringere Zahl Eier in ſich bildet; und dennoch iſt glücklicher Weiſe die Zahl der Bandwürmer viel geringer, als die der Menſchen. Ebenſo ſind unter den Pflanzen viele prachtvolle Orchideen, die Tauſende von Samen erzeugen, ſehr ſelten, und einige aſterähnliche Pflanzen (Compoſiten), die nur wenige Samen bilden, äußerſt gemein.

Dieſe wichtige Thatſache ließe ſich noch durch eine ungeheure Maſſe anderer Beiſpiele erläutern. Es bedingt alſo offenbar nicht die Zahl der wirklich vorhandenen Keime die Zahl der ſpäter in's Leben tretenden und ſich am Leben erhaltenden Individuen, ſondern es iſt vielmehr die Zahl dieſer letzteren durch ganz andere Verhältniſſe bedingt, zumal durch die Wechſelbeziehungen, in denen ſich der Organismus zu ſeiner organiſchen, wie anorganiſchen Umgebung befindet. Jeder Organismus kämpft von Anbeginn ſeiner Exiſtenz an mit einer Anzahl von feindlichen Einflüſſen, er kämpft mit Thieren, welche von

dieſem Organismus leben, denen er als natürliche Nahrung dient, mit Raubthieren und mit Schmarotzerthieren; er kämpft mit anorganiſchen Einflüſſen der verſchiedenſten Art, mit Temperatur, Witterung und anderen Umſtänden; er kämpft aber (und das iſt viel wichtiger!), vor allem mit den ihm ähnlichſten, gleichartigen Organismen. Jedes Individuum einer jeden Thier- und Pflanzenart iſt im heftigſten Wettſtreit mit den anderen Individuen derſelben Art begriffen, die mit ihm an demſelben Orte leben. Die Mittel zum Lebensunterhalt ſind in der Oekonomie der Natur nirgends in Fülle ausgeſtreut, vielmehr im Ganzen ſehr beſchränkt, und nicht entfernt für die Maſſe von Individuen ausreichend, die ſich aus den Keimen entwickeln könnte. Daher müſſen bei den meiſten Thier- und Pflanzenarten die jugendlichen Individuen es ſich ſehr ſauer werden laſſen, um zu den nöthigen Mitteln des Lebensunterhaltes zu gelangen; nothwendiger Weiſe entwickelt ſich daraus ein Wettkampf zwiſchen denſelben um die Erlangung dieſer unentbehrlichen Exiſtenzbedingungen.

Dieſer große Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe findet überall und jederzeit ſtatt, ebenſo bei den Menſchen und Thieren, wie bei den Pflanzen, bei welchen auf den erſten Blick dies Verhältniß nicht ſo klar am Tage zu liegen ſcheint. Wenn Sie ein Feld betrachten, welches ſehr reichlich mit Weizen beſäet iſt, ſo kann von den zahlreichen jungen Weizenpflanzen (vielleicht von einigen Tauſenden), die auf einem ganz beſchränkten Raume emporkeimen, nur ein ganz kleiner Bruchtheil ſich am Leben erhalten. Es findet da ein Wettkampf ſtatt um den Bodenraum, den jede Pflanze braucht, um ihre Wurzel zu befeſtigen, ein Wettkampf um Sonnenlicht und Feuchtigkeit. Und ebenſo finden Sie bei jeder Thierart, daß alle Individuen einer und derſelben Art mit einander ſtreiten um die Erlangung der unentbehrlichen Lebensmittel, der Exiſtenzbedingungen im weiteren Sinne des Worts. Allen ſind ſie gleich unentbehrlich; aber nur wenigen werden ſie wirklich zu Theil. Alle ſind berufen; aber wenige ſind auserwählt! Die Thatſache des großen Wettkampfes iſt ganz allgemein. Sie brauchen bloß Ihren Blick auf die menſchliche Geſellſchaft zu len-

ten, in der ja überall, in allen verſchiedenen Fächern der menſchlichen Thätigkeit, dieſer Wettkampf ebenfalls exiſtirt. Auch hier werden die Verhältniſſe des Wettkampfes weſentlich durch die freie Konkurrenz der verſchiedenen Arbeiter einer und derſelben Klaſſe beſtimmt. Auch hier, wie überall, ſchlägt dieſer Wettkampf zum Vortheil der Sache aus, zum Vortheil der Arbeit, welche der Gegenſtand der Konkurrenz iſt. Je größer und allgemeiner der Wettkampf oder die Konkurrenz, deſto ſchneller häufen ſich die Verbeſſerungen und Erfindungen auf dieſem Arbeitsgebiete, deſto mehr vervollkommnen ſich die Arbeiter.

Nun iſt offenbar die Stellung der verſchiedenen Individuen in dieſem Kampfe um das Daſein ganz ungleich. Ausgehend wieder von der thatſächlichen Ungleichheit der Individuen, müſſen wir überall nothwendig annehmen, daß nicht alle Individuen einer und derſelben Art gleich günſtige Ausſichten haben. Schon von vornherein ſind dieſelben durch ihre verſchiedenen Kräfte und Fähigkeiten verſchieden im Wettkampfe geſtellt, abgeſehen davon, daß die Exiſtenzbedingungen an jedem Punkt der Erdoberfläche verſchieden ſind und verſchieden einwirken. Offenbar waltet hier ein unendlich verwickeltes Getriebe von Einwirkungen, die im Vereine mit der urſprünglichen Ungleichheit der Individuen während des beſtehenden Wettkampfes um die Erlangung der Exiſtenzbedingungen einzelne Individuen bevorzugen, andere benachtheiligen. Die bevorzugten Individuen werden über die anderen den Sieg erlangen, und während die letzteren in mehr oder weniger früher Zeit zu Grunde gehen, ohne Nachkommen zu hinterlaſſen, werden die erſteren allein jene überleben können und ſchließlich zur Fortpflanzung gelangen. Indem alſo vorausſichtlich oder doch vorwiegend die im Kampfe um das Daſein begünſtigten Einzelweſen zur Fortpflanzung gelangen, werden wir (ſchon allein in Folge dieſes Verhältniſſes) in der nächſten Generation, die von dieſer erzeugt wird, Unterſchiede von der vorhergehenden wahrnehmen. Es werden ſchon die Individuen dieſer zweiten Generation, wenn auch nicht alle, doch zum Theile, durch Vererbung den individuellen Vortheil überkommen

haben, durch welchen ihre Eltern über deren Nebenbuhler den Sieg davon trugen.

Nun wird aber — und das iſt ein ſehr wichtiges Vererbungsgeſetz — wenn eine Reihe von Generationen hindurch eine ſolche Uebertragung eines günſtigen Charakters ſtattfindet, derſelbe nicht einfach in der urſprünglichen Weiſe übertragen, ſondern er wird fortwährend gehäuft und geſtärkt, und er gelangt ſchließlich in einer ſpäteren Generation zu einer Stärke, welche dieſe Generation ſchon ſehr weſentlich von der urſprünglichen Stammform unterſcheidet. Laſſen Sie uns zum Beiſpiel eine Anzahl von Pflanzen einer und derſelben Art betrachten, die an einem ſehr trocknen Standort zuſammenwachſen. Da die Haare der Blätter für die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft ſehr nützlich ſind, und da die Behaarung der Blätter ſehr veränderlich iſt, ſo werden an dieſem ungünſtigen Standorte, wo die Pflanzen direkt mit dem Mangel an Waſſer kämpfen und dann noch einen Wettkampf unter einander um die Erlangung des Waſſers beſtehen, die Individuen mit den dichteſt behaarten Blättern bevorzugt ſein. Dieſe werden allein aushalten, während die anderen, mit kahleren Blättern, zu Grunde gehen; die behaarteren werden ſich fortpflanzen und die Abkömmlinge derſelben werden ſich durchſchnittlich durch dichte und ſtarke Behaarung mehr auszeichnen, als es bei den Individuen der erſten Generation der Fall war. Geht dieſer Prozeß an einem und demſelben Orte mehrere Generationen fort, ſo entſteht ſchließlich eine ſolche Häufung des Charakters, eine ſolche Vermehrung der Haare auf der Blattoberfläche, daß eine ganz neue Art vorzuliegen ſcheint. Dabei iſt zu berückſichtigen, daß in Folge der Wechſelbeziehungen aller Theile jedes Organismus zu einander in der Regel nicht ein einzelner Theil ſich verändern kann, ohne zugleich Aenderungen in anderen Theilen nach ſich zu ziehen. Wenn alſo im letzten Beiſpiel die Zahl der Haare auf den Blättern bedeutend zunimmt, ſo wird dadurch anderen Theilen eine gewiſſe Menge von Nahrungsmaterial entzogen; das Material, welches zur Blüthenbildung oder Samenbildung verwendet werden könnte, wird verringert, und es wird

dann die geringere Größe der Blüthe oder des Samens die mittelbare oder indirekte Folge des Kampfes um's Daſein werden, welcher zunächſt nur eine Veränderung der Blätter bewirkte. Der Kampf um das Daſein wirkt alſo in dieſem Falle züchtend und umbildend. Das Ringen der verſchiedenen Individuen um die Erlangung der nothwendigen Exiſtenzbedingungen, oder im weiteſten Sinne gefaßt, die Wechſelbeziehungen der Organismen zu ihrer geſammten Umgebung, bewirken Formveränderungen, wie ſie im Kulturzuſtande durch die Thätigkeit des züchtenden Menſchen hervorgebracht werden.

Auf den erſten Blick wird Ihnen dieſer Gedanke vielleicht ſehr unbedeutend und kleinlich erſcheinen, und Sie werden nicht geneigt ſein, der Thätigkeit jenes Verhältniſſes ein ſolches Gewicht einzuräumen, wie daſſelbe in der That beſitzt. Ich muß mir daher vorbehalten, in einem ſpäteren Vortrage an weiteren Beiſpielen das ungeheuer weit reichende Umgeſtaltungsvermögen der natürlichen Züchtung Ihnen vor Augen zu führen. Vorläufig beſchränke ich mich darauf, nochmals die beiden Vorgänge der künſtlichen und natürlichen Züchtung neben einander zu ſtellen und Uebereinſtimmung und Unterſchied in beiden Züchtungsprozeſſen ſcharf gegen einander zu halten.

Natürliche ſowohl, als künſtliche Züchtung ſind ganz einfache, natürliche, mechaniſche Lebensverhältniſſe, welche auf der Wechſelwirkung zweier phyſiologiſcher Funktionen beruhen, nämlich der Anpaſſung und der Vererbung, Funktionen, die als ſolche wieder auf phyſikaliſche und chemiſche Eigenſchaften der organiſchen Materie zurückzuführen ſind. Ein Unterſchied beider Züchtungsformen beſteht darin, daß bei der künſtlichen Züchtung der Wille des Menſchen planmäßig die Auswahl oder Ausleſe betreibt, während bei der natürlichen Züchtung der Kampf um das Daſein (jenes allgemeine Wechſelverhältniß der Organismen) planlos wirkt, aber übrigens ganz daſſelbe Reſultat erzeugt, nämlich eine Auswahl oder Selection beſonders gearteter Individuen zur Nachzucht. Die Veränderungen, welche durch die Züchtung hervorgebracht werden, ſchlagen bei der künſtlichen Züchtung zum Vortheil des züchtenden Menſchen aus,

bei der natürlichen Züchtung dagegen zum Vortheil des gezüchteten Organismus ſelbſt, wie es in der Natur der Sache liegt.

Das ſind die weſentlichſten Unterſchiede und Uebereinſtimmungen zwiſchen beiderlei Züchtungsarten. Es iſt dann aber ferner noch zu berückſichtigen, daß ein weiterer Unterſchied in der Zeitdauer beſteht, welche für den Züchtungsprozeß in beiderlei Arten erforderlich iſt. Der Menſch vermag bei der künſtlichen Zuchtwahl in viel kürzerer Zeit ſehr bedeutende Veränderungen hervorzubringen, während bei der natürlichen Zuchtwahl Aehnliches erſt in viel längerer Zeit zu Stande gebracht wird. Das beruht darauf, daß der Menſch die Auslese viel ſorgfältiger betreiben kann. Der Menſch kann unter einer großen Anzahl von Individuen mit der größten Sorgfalt Einzelne herausleſen, die übrigen ganz fallen laſſen, und bloß die Bevorzugten zur Fortpflanzung verwenden, während das bei der natürlichen Zuchtwahl nicht der Fall iſt. Da werden ſich neben den bevorzugten, zuerſt zur Fortpflanzung gelangenden Individuen, auch noch Einzelne oder Viele von den übrigen, weniger ausgezeichneten Individuen, neben den erſteren fortpflanzen. Ferner iſt der Menſch im Stande, die Kreuzung zwiſchen der urſprünglichen und der neuen Form zu verhüten, die bei der natürlichen Züchtung oft nicht zu vermeiden iſt. Wenn aber eine ſolche Kreuzung, d. h. eine geſchlechtliche Verbindung der neuen Abart mit der urſprünglichen Stammform ſtattfindet, ſo ſchlägt die dadurch erzeugte Nachkommenſchaft leicht in die letztere zurück. Bei der natürlichen Züchtung kann eine ſolche Kreuzung nur dann ſicher vermieden werden, wenn die neue Abart ſich durch Wanderung von der alten Stammform abſondert und iſolirt.

Die natürliche Züchtung wirkt daher ſehr viel langſamer; ſie erfordert viel längere Zeiträume, als der künſtliche Züchtungsprozeß. Aber eine weſentliche Folge dieſes Unterſchiedes iſt, daß dann auch das Produkt der künſtlichen Zuchtwahl viel leichter wieder verſchwindet, und die neu erzeugte Form in die ältere zurückſchlägt, während das bei der natürlichen Züchtung nicht der Fall iſt. Die neuen Arten oder Species, welche aus der natürlichen Züchtung entſtehen, erhalten

sich viel konstanter, schlagen viel weniger leicht in die Stammform zurück, als es bei den künstlichen Züchtungsprodukten der Fall ist, und sie erhalten sich auch demgemäß eine viel längere Zeit hindurch beständig, als die künstlichen Rassen, die der Mensch erzeugt. Aber das sind nur untergeordnete Unterschiede, die sich durch die verschiedenen Bedingungen der natürlichen und der künstlichen Auslese erklären, und die auch wesentlich nur die Zeitdauer betreffen. Das Wesen der Formveränderung, und die Mittel, durch welche sie erzeugt wird, sind bei der künstlichen und natürlichen Züchtung ganz dieselben. (Gen. Morph. II, 248.)

Die gedankenlosen und beschränkten Gegner Darwin's werden nicht müde zu behaupten, daß seine Selectionstheorie eine bodenlose Vermuthung, oder wenigstens eine Hypothese sei, welche erst bewiesen werden müsse. Daß diese Behauptung vollkommen unbegründet ist, können Sie schon aus den so eben erörterten Grundzügen der Züchtungslehre selbst entnehmen. Darwin nimmt als wirkende Ursachen für die Umbildung der organischen Gestalten keinerlei unbekannte Naturkräfte oder hypothetische Verhältnisse an, sondern einzig und allein die allgemein bekannten Lebensthätigkeiten aller Organismen, welche wir als Vererbung und Anpassung bezeichnen. Jeder physiologisch gebildete Naturforscher weiß, daß diese beiden Funktionen unmittelbar mit den Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung zusammenhängen, und gleich allen anderen Lebenserscheinungen mechanische Naturprozesse sind, d. h. auf molekularen Bewegungserscheinungen der organischen Materie beruhen. Daß die Wechselwirkung dieser beiden Funktionen an einer beständigen langsamen Umbildung der organischen Formen arbeitet, und daß diese zur Entstehung neuer Arten führt, wird mit Nothwendigkeit durch den Kampf um's Dasein bedingt. Dieser ist aber ebenso wenig ein hypothetisches oder des Beweises bedürftiges Verhältniß, als jene Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung. Vielmehr ist der Kampf um's Dasein eine mathematische Nothwendigkeit, welche aus dem Mißverhältniß zwischen der beschränkten Zahl der Stellen im Naturhaushalt und der übermäßigen

Zahl der organiſchen Keime entſpringt. Durch die aktiven und paſſiven Wanderungen der Thiere und Pflanzen, welche überall und zu jeder Zeit ſtattfinden, wird außerdem noch die Entſtehung neuer Arten in hohem Maße begünſtigt, ohne daß dieſelben jedoch als ein nothwendiger Faktor für den Prozeß der natürlichen Züchtung anzuſehen wären. Die Entſtehung neuer Species durch die natürliche Züchtung, oder was daſſelbe iſt, durch die Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung im Kampfe um's Daſein, iſt mithin eine mathematiſche Naturnothwendigkeit, welche keines weiteren Beweiſes bedarf. Wer auch bei dem gegenwärtigen Zuſtande unſeres Wiſſens immer noch nach Beweiſen für die Selectionstheorie verlangt, der beweiſt dadurch nur, daß er entweder dieſelbe nicht vollſtändig verſteht, oder mit den biologiſchen Thatſachen, mit dem empiriſchen Wiſſensſchatz der Anthropologie, Zoologie und Botanik nicht hinreichend vertraut iſt.

Wenn die natürliche Züchtung, wie wir behaupten, die große bewirkende Urſache iſt, welche die wundervolle Mannichfaltigkeit des organiſchen Lebens auf der Erde hervorgebracht hat, ſo müſſen auch die intereſſanten Erſcheinungen des Menſchenlebens zum größten Theile aus derſelben Urſache erklärbar ſein. Denn der Menſch iſt ja nur ein höher entwickeltes Wirbelthier, und alle Seiten des Menſchenlebens finden ihre Parallelen, oder richtiger ihre niederen Entwickelungszuſtände, im Thierreiche vorgebildet. Die ganze Völkergeſchichte oder die ſogenannte „Weltgeſchichte" muß dann größtentheils durch „natürliche Züchtung" erklärbar ſein, muß ein phyſikaliſch-chemiſcher Prozeß ſein, der auf der Wechſelwirkung der Anpaſſung und Vererbung in dem Kampfe der Menſchen um's Daſein beruht. Und das iſt in der That der Fall. Wir werden ſpäter noch die Beweiſe dafür beibringen. Hier erſcheint es jedoch von Intereſſe, hervorzuheben, daß nicht nur die natürliche, ſondern auch die künſtliche Züchtung vielfach in der Weltgeſchichte wirkſam iſt.

Ein ausgezeichnetes Beiſpiel von künſtlicher Züchtung der Menſchen in großem Maßſtabe liefern die alten Spartaner, bei

denen auf Grund eines beſonderen Geſetzes ſchon die neugeborenen Kinder einer ſorgfältigen Muſterung und Ausleſe unterworfen werden mußten. Alle ſchwächlichen, kränklichen oder mit irgend einem körperlichen Gebrechen behafteten Kinder wurden getödtet. Nur die vollkommen geſunden und kräftigen Kinder durften am Leben bleiben und ſie allein gelangten ſpäter zur Fortpflanzung. Dadurch wurde die ſpartaniſche Raſſe nicht allein beſtändig in auserleſener Kraft und Tüchtigkeit erhalten, ſondern mit jeder Generation wurde ihre körperliche Vollkommenheit geſteigert. Gewiß verdankt das Volk von Sparta dieſer künſtlichen Ausleſe oder Züchtung zum großen Theil den ſeltenen Grad von männlicher Kraft und rauher Heldentugend, durch die es in der alten Geſchichte hervorragt.

Auch manche Stämme unter den rothen Indianern Nordamerika's, die gegenwärtig im Kampfe um's Daſein den übermächtigen Eindringlingen der weißen Raſſe trotz der tapferſten Gegenwehr erliegen, verdanken ihren beſonderen Grad von Körperſtärke und kriegeriſcher Tapferkeit einer ähnlichen ſorgfältigen Ausleſe der neugebornen Kinder. Auch hier werden alle ſchwachen oder mit irgend einem Fehler behafteten Kinder ſofort getödtet und nur die vollkommen kräftigen Individuen bleiben am Leben und pflanzen die Raſſe fort. Daß durch dieſe künſtliche Züchtung die Raſſe im Laufe zahlreicher Generationen bedeutend gekräftigt wird, iſt an ſich nicht zu bezweifeln und wird durch viele bekannte Thatſachen genügend bewieſen.

Das Gegentheil von der künſtlichen Züchtung der wilden Rothhäute und der alten Spartaner bildet die individuelle Ausleſe, welche in unſeren modernen Militärſtaaten allgemein behufs Erhaltung der ſtehenden Heere ausgeübt wird, und welche wir ganz paſſend unter dem Namen der militäriſchen Züchtung als eine beſondere Form der Zuchtwahl betrachten können. Bekanntlich tritt gerade in der neueſten Zeit das moderne Soldatenthum mehr als je in den Vordergrund des ſogenannten „Kulturlebens"; die ganze Kraft und der ganze Reichthum blühender Kulturſtaaten wird für ſeine Ausbildung verwendet. Die Jugenderziehung dagegen und der öffentliche Unterricht,

die tiefen Grundlagen der wahren Volkswohlfahrt und der humanen Veredelung, werden in der bedauerlichsten Weise vernachlässigt und zum größten Theile Priestern überlassen, welche statt der wahren Natur-Erkenntniß den blinden Aberglauben zur Grundlage der sogenannten „Bildung" machen. Und das geschieht in Staaten, welche sich einbilden, die bevorzugten Träger der höchsten menschlichen Intelligenz zu sein und an der Spitze der Civilisation zu stehen! Um das stehende Heer möglichst zu vergrößern, werden jährlich alle gesunden und starken jungen Männer durch strenge Rekrutirung ausgelesen. Je kräftiger, gesunder, normaler der Jüngling ist, desto größer ist für ihn die Aussicht, durch Zündnadeln, gezogene Kanonen und andere dergleichen Kulturinstrumente getödtet zu werden. Alle kranken, schwächlichen oder mit Gebrechen behafteten Jünglinge dagegen werden von der „militärischen Selection" verschont, bleiben während des Krieges zu Hause, heirathen und pflanzen sich fort. Je untauglicher, schwächer und verkümmerter der Jüngling ist, desto größere Aussicht hat er, der Rekrutirung zu entgehen und eine Familie zu gründen. Während die kräftige Blüthe der Jugend auf dem Schlachtfelde verblutet, genießt inzwischen der untaugliche Ausschuß die Genugthuung, sich fortzupflanzen und alle seine Schwächen und Gebrechen auf die Nachkommenschaft zu vererben. Nach den Vererbungsgesetzen muß aber nothwendig in Folge dessen bei jeder folgenden Generation nicht allein eine weitere Verbreitung, sondern auch eine tiefere Ausbildung des körperlichen und des davon untrennbaren geistigen Schwächezustandes eintreten. Durch diese und durch andere Formen der künstlichen Züchtung in unseren Kulturstaaten erklärt sich hinreichend die traurige Thatsache, daß in Wirklichkeit die Körperschwäche und Charakterschwäche unserer Kulturnationen in beständiger Zunahme begriffen ist, und mit dem starken, gesunden Körper auch der freie, unabhängige Geist immer seltener wird.

Zu der zunehmenden Entkräftung der modernen Kulturvölker, welche eine nothwendige Folge der militärischen Zuchtwahl ist, gesellt sich ferner der andere Uebelstand, daß die vervollkommnete Heil-

kunde der Neuzeit, obwohl immer noch wenig im Stande, Krankheiten wirklich zu heilen, doch mehr als früher die Kunſt beſitzt und übt, ſchleichende, chroniſche Krankheiten auf lange Jahre hinauszuziehen. Gerade ſolche verheerende Uebel, wie Schwindſucht, Skrophelkrankheit, Syphilis, ferner viele Formen der Geiſteskrankheiten, ſind in beſonderem Maße erblich und werden von den ſiechen Eltern auf einen Theil ihrer Kinder oder gar auf die ganze Nachkommenſchaft übertragen. Je länger nun die kranken Eltern mit Hülfe der ärztlichen Kunſt ihre ſieche Exiſtenz hinausziehen, deſto zahlreichere Nachkommenſchaft kann von ihnen die unheilbaren Uebel erben, deſto mehr Individuen werden dann auch wieder in der folgenden Generation, Dank jener künſtlichen „mediciniſchen Züchtung", von ihren Eltern mit dem ſchleichenden Erbübel angeſteckt.

Wenn Jemand den Vorſchlag wagen wollte, nach dem Beiſpiele der Spartaner und der Rothhäute die elenden und gebrechlichen Kinder, denen mit Sicherheit ein ſieches Leben prophezeit werden kann, gleich nach der Geburt zu tödten, ſtatt ſie zu ihrem eigenen und zum Schaden der Geſammtheit am Leben zu erhalten, ſo würde unſere ſogenannte „humane Civiliſation" in einen Schrei der Entrüſtung ausbrechen. Aber dieſelbe „humane Civiliſation" findet es ganz in der Ordnung und fügt ſich ohne Murren darein, daß bei jedem ausbrechenden Kriege Hunderte und Tauſende der beſten jugendkräftigſten Männer dem Hazardſpiel der Schlachten geopfert werden. Dieſelbe „humane Civiliſation" preiſt gegenwärtig die Abſchaffung der Todesſtrafe als eine „liberale Maßregel"! Und doch iſt die Todesſtrafe für die große Menge der unverbeſſerlichen Verbrecher und Taugenichtſe nicht nur die gerechte Vergeltung, ſondern auch eine große Wohlthat für den beſſeren Theil der Menſchheit; dieſelbe Wohlthat, welche für das Gedeihen eines wohl kultivirten Gartens die Ausrottung des wuchernden Unkrauts iſt. Wie durch ſorgfältiges Ausjäten des Unkrauts nur Licht, Luft und Bodenraum für die edlen Nutzpflanzen gewonnen wird, ſo würde durch unnachſichtliche Ausrottung aller unverbeſſerlichen Verbrecher nicht allein dem beſſeren

Theile der Menſchheit der „Kampf um's Daſein" erleichtert, ſondern auch ein vortheilhafter künſtlicher Züchtungs-Prozeß ausgeübt, indem jenem entarteten Auswurfe der Menſchheit die Möglichkeit benommen würde, ſeine verderblichen Eigenſchaften durch Vererbung zu übertragen.

Gegen den verderblichen Einfluß der künſtlichen militäriſchen und mediciniſchen Züchtung finden wir glücklicher Weiſe ein heilſames Gegengewicht in dem überall waltenden und unüberwindlichen Einfluſſe der viel ſtärkeren natürlichen Züchtung. Denn auch dieſer iſt überall im Menſchenleben, wie im Thier- und Pflanzenleben, das wichtigſte umgeſtaltende Prinzip und der kräftigſte Hebel des Fortſchritts und der Vervollkommnung. Der Kampf um's Daſein oder die „Konkurrenz" bringt es mit ſich, daß im Großen und Ganzen der Beſſere, weil der Vollkommnere, über den Schwächeren und Unvollkommneren ſiegt. Im Menſchenleben aber wird dieſer Kampf um's Daſein immer mehr zu einem Kampfe des Geiſtes werden, nicht zu einem Kampfe der Mordwaffen. Dasjenige Organ, welches beim Menſchen vor allen anderen durch den veredelnden Einfluß der natürlichen Zuchtwahl vervollkommnet wird, iſt das Gehirn. Der Menſch mit dem vollkommenſten Verſtande, nicht der Menſch mit dem beſten Revolver, wird im Großen und Ganzen Sieger bleiben; er wird auf ſeine Nachkommen die Eigenſchaften des Gehirns, die ihm zum Sieg verholfen hatten, vererben. So dürfen wir denn mit Fug und Recht hoffen, daß trotz aller Anſtrengungen der rückwärts ſtrebenden Gewalten der Fortſchritt des Menſchengeſchlechts zur Freiheit, und dadurch zur möglichſten Vervollkommnung, unter dem ſegensreichen Einfluſſe der natürlichen Züchtung immer mehr und mehr zur Wahrheit werden wird.

Achter Vortrag.

Vererbung und Fortpflanzung.

Allgemeinheit der Erblichkeit und der Vererbung. Auffallende besondere Aeußerungen derselben. Menschen mit vier, sechs oder sieben Fingern und Zehen. Stachelschweinmenschen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von Geisteskrankheiten. Erbsünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche Talente und Seeleneigenschaften. Materielle Ursachen der Vererbung. Zusammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeschlechtliche oder monogone Fortpflanzung. Fortpflanzung durch Selbsttheilung. Moneren und Amoeben. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geschlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geschlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogenesis. Materielle Uebertragung der Eigenschaften beider Eltern auf das Kind bei der geschlechtlichen Fortpflanzung. Unterschied der Vererbung bei der geschlechtlichen und bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Meine Herren! Als die formbildende Naturkraft, welche die verschiedenen Gestalten der Thier- und Pflanzenarten erzeugt, haben Sie in dem letzten Vortrage nach Darwin's Theorie die natürliche Züchtung kennen gelernt. Wir verstanden unter diesem Ausdruck die allgemeine Wechselwirkung, welche im Kampfe um das Dasein zwischen der Erblichkeit und der Veränderlichkeit der Organismen stattfindet; zwischen zwei physiologischen Funktionen, welche allen Thieren und Pflanzen eigenthümlich sind, und welche sich auf andere Lebensthätigkeiten, auf die Funktionen der Fortpflanzung und Ernährung zurückführen lassen. Alle die verschiede-

nen Formen der Organismen, welche man gewöhnlich geneigt ist als Produkte einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft anzusehen, konnten wir nach jener Züchtungstheorie auffassen als die nothwendigen Produkte der zwecklos wirkenden natürlichen Züchtung, der unbewußten Wechselwirkung zwischen jenen beiden Eigenschaften der Veränderlichkeit und der Erblichkeit. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche diesen Lebenseigenschaften der Organismen demgemäß zukommt, müssen wir zunächst dieselben etwas näher in das Auge fassen, und wir wollen uns heute mit der Vererbung beschäftigen (Gen. Morph. II, 170—191).

Genau genommen müssen wir unterscheiden zwischen der Erblichkeit und der Vererbung. Die Erblichkeit ist die Vererbungskraft, die Fähigkeit der Organismen, ihre Eigenschaften auf ihre Nachkommen durch die Fortpflanzung zu übertragen. Die Vererbung oder Heredität dagegen bezeichnet die wirkliche Ausübung dieser Fähigkeit, die thatsächlich stattfindende Uebertragung.

Erblichkeit und Vererbung sind so allgemeine, alltägliche Erscheinungen, daß die meisten Menschen dieselben überhaupt nicht beachten, und daß die wenigsten geneigt sind, besondere Reflexionen über den Werth und die Bedeutung dieser Lebenserscheinungen anzustellen. Man findet es allgemein ganz natürlich und selbstverständlich, daß jeder Organismus seines Gleichen erzeugt, und daß die Kinder den Eltern im Ganzen wie im Einzelnen ähnlich sind. Gewöhnlich pflegt man die Erblichkeit nur in jenen Fällen hervorzuheben und zu besprechen, wo sie eine besondere Eigenthümlichkeit betrifft, die an einem menschlichen Individuum, ohne ererbt zu sein, zum ersten Male auftrat und von diesem auf seine Nachkommen übertragen wurde. In besonders auffallendem Grade zeigt sich so die Vererbung bei bestimmten Krankheiten und bei ganz ungewöhnlichen und unregelmäßigen (monströsen) Abweichungen von der gewöhnlichen Körperbildung.

Unter diesen Fällen von Vererbung monströser Abänderungen sind besonders lehrreich diejenigen, welche eine abnorme Vermehrung

oder Verminderung der Fünfzahl der menſchlichen Finger und Zehen betreffen. Es kommen nicht ſelten menſchliche Familien vor, in denen mehrere Generationen hindurch ſechs Finger an jeder Hand oder ſechs Zehen an jedem Fuße beobachtet werden. Seltener ſind Beiſpiele von Siebenzahl oder von Vierzahl der Finger und Zehen. Die ungewöhnliche Bildung geht immer zuerſt von einem einzigen Individuum aus, welches aus unbekannten Urſachen mit einem Ueberſchuß über die gewöhnliche Fünfzahl der Finger und Zehen geboren wird und dieſen durch Vererbung auf einen Theil ſeiner Nachkommen überträgt. In einer und derſelben Familie kann man die Sechszahl der Finger und Zehen nun drei, vier und mehr Generationen hindurch verfolgen. In einer ſpaniſchen Familie waren nicht weniger als vierzig Individuen durch dieſe Ueberzahl ausgezeichnet. In allen Fällen iſt die Vererbung der ſechſten überzähligen Zehe oder des ſechſten Fingers nicht bleibend und durchgreifend, weil die ſechsfingerigen Menſchen ſich immer wieder mit fünffingerigen vermiſchen. Würde eine ſechsfingerige Familie ſich in reiner Inzucht fortpflanzen, würden ſechsfingerige Männer immer nur ſechsfingerige Frauen heirathen, ſo würde durch Fixirung dieſes Charakters eine beſondere ſechsfingerige Menſchenart entſtehen. Da aber die ſechsfingerigen Männer immer fünffingerige Frauen heirathen, und umgekehrt, ſo zeigt ihre Nachkommenſchaft meiſtens ſehr gemiſchte Zahlenverhältniſſe und ſchlägt ſchließlich nach Verlauf einiger Generationen wieder in die normale Fünfzahl zurück. So können z. B. von 8 Kindern eines ſechsfingerigen Vaters und einer fünffingerigen Mutter 2 Kinder an allen Händen und Füßen 6 Finger und 6 Zehen haben, 4 Kinder gemiſchte Zahlenverhältniſſe und 2 Kinder überall die gewöhnliche Fünfzahl. In einer ſpaniſchen Familie hatten ſämmtliche Kinder bis auf das Jüngſte an Händen und Füßen die Sechszahl; nur das Jüngſte hatte überall fünf Finger und Zehen, und der ſechsfingerige Vater des Kindes wollte dieſes letzte daher nicht als das ſeinige anerkennen.

Sehr auffallend zeigt ſich ferner die Vererbungskraft in der Bil-

dung und Färbung der menſchlichen Haut und Haare. Es iſt allbekannt, wie genau in vielen menſchlichen Familien eine eigenthümliche Beſchaffenheit des Hautſyſtems, z. B. eine beſonders weiche oder ſpröde Haut, eine beſondere Ueppigkeit des Haarwuchſes, eine beſondere Farbe und Größe der Augen u. ſ. w. viele Generationen hindurch forterbt. Ebenſo werden beſondere lokale Auswüchſe und Flecke der Haut, ſogenannte Muttermale, Leberflecke und andere Pigmentanhäufungen, die an beſtimmten Stellen vorkommen, gar nicht ſelten mehrere Generationen hindurch ſo genau vererbt, daß ſie bei den Nachkommen an denſelben Stellen ſich zeigen, an denen ſie bei den Eltern vorhanden waren. Beſonders berühmt geworden ſind die Stachelſchweinmenſchen aus der Familie Lambert, welche im vorigen Jahrhundert in London lebte. Edward Lambert, der 1717 geboren wurde, zeichnete ſich durch eine ganz ungewöhnliche und monſtröſe Bildung der Haut aus. Der ganze Körper war mit einer zolldicken hornartigen Kruſte bedeckt, welche ſich in Form zahlreicher ſtachelförmiger und ſchuppenförmiger Fortſätze (bis über einen Zoll lang) erhob. Dieſe monſtröſe Bildung der Oberhaut oder Epidermis vererbte Lambert auf ſeine Söhne und Enkel, aber nicht auf die Enkelinnen. Die Uebertragung blieb alſo hier in der männlichen Linie, wie es auch ſonſt oft der Fall iſt. Ebenſo vererbt ſich übermäßige Fettentwickelung an gewiſſen Körperſtellen oft nur innerhalb der weiblichen Linie. Wie genau ſich die charakteriſtiſche Geſichtsbildung erblich überträgt, braucht wohl kaum erinnert zu werden; bald bleibt dieſelbe innerhalb der männlichen, bald innerhalb der weiblichen Linie; bald vermiſcht ſie ſich in beiden Linien.

Sehr lehrreich und allbekannt ſind ferner die Vererbungserſcheinungen pathologiſcher Zuſtände, beſonders der menſchlichen Krankheitsformen. Es ſind insbeſondere bekanntlich Krankheiten der Athmungsorgane, der Drüſen und des Nervenſyſtems, welche ſich ſehr leicht erblich übertragen. Sehr häufig tritt plötzlich in einer ſonſt geſunden Familie eine derſelben bisher unbekannte Erkrankung auf; ſie wird erworben durch äußere Urſachen, durch krankmachende Lebensbedin-

gungen. Dieſe Krankheit, welche bei einem einzelnen Individuum durch äußere Urſachen bewirkt wurde, pflanzt ſich von letzterem auf ſeine Nachkommen fort, und dieſe haben nun alle oder zum Theil an derſelben Krankheit zu leiden. Bei Lungenkrankheiten, z. B. Schwindſucht, iſt das traurige Verhältniß der Erblichkeit allbekannt, ebenſo bei Leberkrankheiten, bei Syphilis, bei Geiſteskrankheiten. Dieſe letzteren ſind von ganz beſonderem Intereſſe. Ebenſo wie beſondere Charakterzüge des Menſchen, Stolz, Ehrgeiz, Leichtſinn u. ſ. w. ſtreng durch die Vererbung auf die Nachkommenſchaft übertragen werden, ſo gilt das auch von den beſonderen, abnormen Aeußerungen der Seelenthätigkeit, welche man als fixe Ideen, Schwermuth, Blödſinn und überhaupt als Geiſteskrankheiten bezeichnet. Es zeigt ſich hier deutlich und unwiderleglich, daß die Seele des Menſchen, ebenſo wie die Seele der Thiere, eine rein mechaniſche Thätigkeit, eine Summe von molekularen Bewegungserſcheinungen der Gehirntheilchen iſt, und daß ſie mit ihrem Subſtrate, ebenſo wie jede andere Körpereigenſchaft, durch die Fortpflanzung materiell übertragen, d. h. vererbt wird.

Dieſe äußerſt wichtige und unleugbare Thatſache erregt, wenn man ſie ausſpricht, gewöhnlich großes Aergerniß, und doch wird ſie eigentlich ſtillſchweigend allgemein anerkannt. Denn worauf beruhen die Vorſtellungen von der „Erbſünde", der „Erbweisheit", dem „Erbadel" u. ſ. w. anders, als auf der Ueberzeugung, daß die menſchliche Geiſtesbeſchaffenheit durch die Fortpflanzung — alſo durch einen rein materiellen Vorgang! — körperlich von den Eltern auf die Nachkommen übertragen wird? — Die Anerkennung dieſer großen Bedeutung der Erblichkeit äußert ſich in einer Menge von menſchlichen Einrichtungen, wie z. B. in der Kaſteneintheilung vieler Völker in Kriegerkaſten, Prieſterkaſten, Arbeiterkaſten u. ſ. w. Offenbar beruht urſprünglich die Einrichtung ſolcher Kaſten auf der Vorſtellung von der hohen Wichtigkeit erblicher Vorzüge, welche gewiſſen Familien beiwohnten, und von denen man vorausſetzte, daß ſie immer wieder von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden

würden. Die Einrichtung des erblichen Adels und der erblichen Monarchie ist auf die Vorstellung einer solchen Vererbung besonderer Tugenden zurückzuführen. Allerdings sind es leider nicht nur die Tugenden, sondern auch die Laster, welche durch Vererbung übertragen und gehäuft werden, und wenn Sie in der Weltgeschichte die verschiedenen Individuen der einzelnen Dynastien vergleichen, so werden Sie zwar überall eine große Anzahl von Beweisen für die Erblichkeit auffinden können, aber weniger für die Erblichkeit der Tugenden, als der entgegengesetzten Eigenschaften. Denken Sie z. B. nur an die römischen Kaiser, an die Julier und die Claudier, oder an die Bourbonen in Frankreich, Spanien und Italien!

In der That dürfte kaum irgendwo eine solche Fülle von schlagenden Beispielen für die merkwürdige Vererbung der feinsten körperlichen und geistigen Züge gefunden werden, als in der Geschichte der regierenden Häuser in den erblichen Monarchien. Ganz besonders gilt dies mit Bezug auf die vorher erwähnten Geisteskrankheiten. Gerade in regierenden Familien sind Geisteskrankheiten in ungewöhnlichem Maße erblich. Schon der berühmte Irrenarzt Esquirol wies nach, daß die Zahl der Geisteskranken in den regierenden Häusern zu ihrer Anzahl in der gewöhnlichen Bevölkerung sich verhält, wie 60 zu 1, d. h. daß Geisteskrankheit in den bevorzugten Familien der regierenden Häuser sechzig mal so häufig vorkommt, als in der gewöhnlichen Menschheit. Würde eine gleiche genaue Statistik auch für den erblichen Adel durchgeführt, so dürfte sich leicht herausstellen, daß auch dieser ein ungleich größeres Kontingent von Geisteskranken stellt, als die gemeine, nichtadelige Menschheit. Diese Erscheinung wird uns kaum mehr wundern, wenn wir bedenken, welchen Nachtheil sich diese privilegirten Kasten selbst durch ihre unnatürliche einseitige Erziehung und durch ihre künstliche Absperrung von der übrigen Menschheit zufügen. Es werden dadurch manche dunkle Schattenseiten der menschlichen Natur besonders entwickelt, gleichsam künstlich gezüchtet, und pflanzen sich nun nach den Ver-

erbungsgeſetzen mit immer verſtärkter Kraft und Einſeitigkeit durch die Reihe der Generationen fort.

Wie ſich in der Generationsfolge mancher Dynaſtien die edle Vorliebe für Wiſſenſchaft und Kunſt durch viele Generationen erblich überträgt und erhält, wie dagegen in vielen anderen Dynaſtien Jahrhunderte hindurch eine beſondere Neigung für das Kriegshandwerk, für Unterdrückung der menſchlichen Freiheit und für andere rohe Gewaltthätigkeiten vererbt wird, iſt aus der Völkergeſchichte Ihnen hinreichend bekannt. Ebenſo vererben ſich in manchen Familien viele Generationen hindurch ganz beſtimmte Fähigkeiten für einzelne Geiſtesthätigkeiten, z. B. Dichtkunſt, Tonkunſt, bildende Kunſt, Mathematik, Naturforſchung, Philoſophie u. ſ. w. In der Familie Bach hat es nicht weniger als zweiundzwanzig hervorragende muſikaliſche Talente gegeben. Natürlich beruht die Vererbung ſolcher Geiſteseigenthümlichkeiten, wie die Vererbung der Geiſteseigenſchaften überhaupt, auf dem materiellen Vorgang der Zeugung. Auch hier iſt die Lebenserſcheinung, die Kraftäußerung, unmittelbar (wie überall in der Natur) verbunden mit beſtimmten Miſchungsverhältniſſen des Stoffes. Die Miſchung und Molekularbewegung des Stoffes iſt es, welche bei der Zeugung übertragen wird.

Bevor wir nun die verſchiedenen und zum Theil ſehr intereſſanten und bedeutenden Geſetze der Vererbung näher unterſuchen, wollen wir über die eigentliche Natur dieſes Vorganges uns verſtändigen. Man pflegt vielfach die Erblichkeitserſcheinungen als etwas ganz Räthſelhaftes anzuſehen, als eigenthümliche Vorgänge, welche durch die Naturwiſſenſchaft nicht ergründet, in ihren Urſachen und eigentlichem Weſen nicht erfaßt werden könnten. Man pflegt gerade hier ſehr allgemein übernatürliche Einwirkungen anzunehmen. Es läßt ſich aber ſchon jetzt, bei dem heutigen Zuſtande der Phyſiologie, mit vollkommener Sicherheit nachweiſen, daß alle Erblichkeitserſcheinungen durchaus natürliche Vorgänge ſind, daß ſie durch mechaniſche Urſachen bewirkt werden, und daß ſie auf materiellen Bewegungserſcheinungen im Körper der Organismen beruhen, welche wir als Theil-

erſcheinungen der Fortpflanzung betrachten können. Alle Erblichkeitserſcheinungen und Vererbungsgeſetze laſſen ſich auf die materiellen Vorgänge der Fortpflanzung zurückführen.

Jeder einzelne Organismus, jedes lebendige Individuum verdankt ſein Daſein entweder einem Akte der elternloſen Zeugung oder Urzeugung (Generatio spontanea, Archigonia), oder einem Akte der elterlichen Zeugung oder Fortpflanzung (Generatio parentalis, Tocogonia). Auf die Urzeugung oder Archigonie, durch welche bloß Organismen der allereinfachſten Art, Moneren, entſtehen können, werden wir in einem ſpäteren Vortrage zurückkommen. Jetzt haben wir uns nur mit der Fortpflanzung oder Tocogonie zu beſchäftigen, deren nähere Betrachtung für das Verſtändniß der Vererbung von der größten Wichtigkeit iſt. Die Meiſten von Ihnen werden von den Fortpflanzungserſcheinungen wahrſcheinlich nur diejenigen kennen, welche Sie allgemein bei den höheren Pflanzen und Thieren beobachten, die Vorgänge der geſchlechtlichen Fortpflanzung oder der Amphigonie. Viel weniger allgemein bekannt ſind die Vorgänge der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung oder der Monogonie. Gerade dieſe ſind aber bei weitem mehr als die vorhergehenden geeignet, ein erklärendes Licht auf die Natur der mit der Fortpflanzung zuſammenhängenden Vererbung zu werfen.

Aus dieſem Grunde erſuche ich Sie, jetzt zunächſt bloß die Erſcheinungen der ungeſchlechtlichen oder monogonen Fortpflanzung (Monogonia) in das Auge zu faſſen. Dieſe tritt in mannichfach verſchiedener Form auf, als Selbſttheilung, Knospenbildung und Keimzellen- oder Sporenbildung (Gen. Morph. II, 36—58). Am lehrreichſten iſt es hier, zunächſt die Fortpflanzung bei den einfachſten Organismen zu betrachten, welche wir kennen, und auf welche wir ſpäter bei der Frage von der Urzeugung zurückkommen müſſen. Dieſe allereinfachſten uns bis jetzt bekannten, und zugleich die denkbar einfachſten Organismen ſind die waſſerbewohnenden Moneren: ſehr kleine lebendige Körperchen, welche eigentlich ſtreng genommen den Namen des Organismus gar nicht verdienen.

Denn die Bezeichnung „Organismus" für die lebenden Wesen beruht auf der Vorstellung, daß jeder belebte Naturkörper aus Organen zusammengesetzt ist, aus verschiedenartigen Theilen, die als Werkzeuge, ähnlich den verschiedenen Theilen einer künstlichen Maschine, in einander greifen und zusammenwirken, um die Thätigkeit des Ganzen hervorzubringen. Nun haben wir aber in den Moneren während der letzten Jahre Organismen kennen gelernt, welche in der That nicht aus Organen zusammengesetzt sind, sondern ganz und gar aus einer strukturlosen, einfachen, gleichartigen Materie bestehen. Der ganze Körper dieser Moneren ist zeitlebens weiter Nichts, als ein formloses bewegliches Schleimklümpchen, das aus einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung besteht. Einfachere, unvollkommnere Organismen sind gar nicht denkbar [15]).

Die ersten vollständigen Beobachtungen über die Naturgeschichte eines Moneres (Protogenes primordialis) habe ich 1864 bei Nizza angestellt. Andere sehr merkwürdige Moneren habe ich später (1866) auf der canarischen Insel Lanzarote und (1867) an der Meerenge von Gibraltar beobachtet. Die vollständige Lebensgeschichte eines dieser canarischen Moneren, der orangerothen Protomyxa aurantiaca, ist auf Tafel I (S. 167) dargestellt und in deren Erklärung beschrieben (im Anhang, S. 664). Auch in der Nordsee, an der norwegischen Küste bei Bergen, habe ich (1869) einige eigenthümliche Moneren aufgefunden. Ein interessantes Moner des süßen Wassers hat Cienkowski (1865) unter dem Namen Vampyrella beschrieben. Das merkwürdigste aber vielleicht von allen Moneren hat (1868) der berühmte englische Zoolog Huxley entdeckt und Bathybius Haeckelii genannt. „Bathybius" heißt: In der Tiefe lebend. Dieser wunderbare Organismus lebt nämlich in den ungeheuren Abgründen des Meeres, welche uns im letzten Jahrzehnt durch die mühevollen Untersuchungen der Engländer bekannt geworden sind, und welche über 12,000, ja an manchen Stellen über 24,000 Fuß Tiefe erreichen. Hier findet sich zwischen den zahlreichen Polythalamien und Radiolarien, die den feinen kreideartigen Schlamm dieser

Abgründe bevölkern, auch maſſenhaft der Bathybius vor, theils in Geſtalt rundlicher oder formloſer Schleimklumpen, theils in Form von maſchigen Schleimnetzen, welche Steintrümmer und andere Gegenſtände überziehen (Fig. 9, S. 379). Oft ſind kleine Kalk-Körperchen (Diskolithen, Cyatholithen ꝛc.) in dieſe ſchleimigen Gallertmaſſen eingebettet, wahrſcheinlich Ausſcheidungsprodukte der letzteren. Der ganze Körper des merkwürdigen Bathybius beſteht, gleich dem der anderen Moneren, einzig und allein aus ſtrukturloſem Plasma oder Protoplasma, d. h. aus derſelben eiweißartigen Kohlenſtoff-Verbindung, welche in unendlich vielen Modifikationen als der weſentlichſte und nie fehlende Träger der Lebenserſcheinungen in allen Organismen ſich findet. Eine ausführliche Beſchreibung und Abbildung des Bathybius und der übrigen Moneren habe ich 1870 in meiner „Monographie der Moneren" gegeben, aus der auch Tafel I copirt iſt [15]).

Im Ruhezuſtande erſcheinen die meiſten Moneren als kleine Schleimkügelchen, für das unbewaffnete Auge nicht ſichtbar oder eben ſichtbar, höchſtens von der Größe eines Stecknadelkopfes. Wenn das Moner ſich bewegt, bilden ſich an der Oberfläche der kleinen Schleimkugel formloſe fingerartige Fortſätze oder ſehr feine ſtrahlende Fäden, ſogenannte Scheinfüße oder Pſeudopodien. Dieſe Scheinfüße ſind einfache, unmittelbare Fortſetzungen der ſtrukturloſen eiweißartigen Maſſe, aus der der ganze Körper beſteht. Wir ſind nicht im Stande, verſchiedenartige Theile in demſelben wahrzunehmen, und wir können den direkten Beweis für die abſolute Einfachheit der feſtflüſſigen Eiweißmaſſe dadurch führen, daß wir die Nahrungsaufnahme der Moneren unter dem Mikroſkope verfolgen. Wenn kleine Körperchen, die zur Ernährung derſelben tauglich ſind, z. B. kleine Theilchen von zerſtörten organiſchen Körpern, oder mikroſkopiſche Pflänzchen und Infuſionsthierchen, zufällig in Berührung mit den Moneren kommen, ſo bleiben ſie an der klebrigen Oberfläche des feſtflüſſigen Schleimklümpchens hängen, erzeugen hier einen Reiz, welcher ſtärkeren Zufluß der ſchleimigen Körpermaſſe zur Folge hat,

und werden endlich ganz von dieser umschlossen; oder sie werden durch Verschiebungen der einzelnen Eiweißtheilchen des Monerenkörpers in diesen hineingezogen und dort verdaut, durch einfache Diffusion (Endosmose) ausgezogen.

Ebenso einfach wie die Ernährung, ist die Fortpflanzung dieser Urwesen, die man eigentlich weder Thiere noch Pflanzen nennen kann. Alle Moneren pflanzen sich nur auf dem ungeschlechtlichen Wege fort, durch Monogonie; und zwar im einfachsten Falle durch diejenige Art der Monogonie, welche wir an die Spitze der verschiedenen Fortpflanzungsformen stellen, durch Selbsttheilung. Wenn ein solches Klümpchen, z. B. eine Protamoeba oder ein Protogenes, eine gewisse Größe durch Aufnahme fremder Eiweißmaterie erhalten hat, so zerfällt es in zwei Stücke; es bildet sich eine Einschnürung, welche ringförmig herumgeht, und schließlich zur Trennung der beiden Hälften führt. (Vergl. Fig. 1.) Jede Hälfte rundet sich

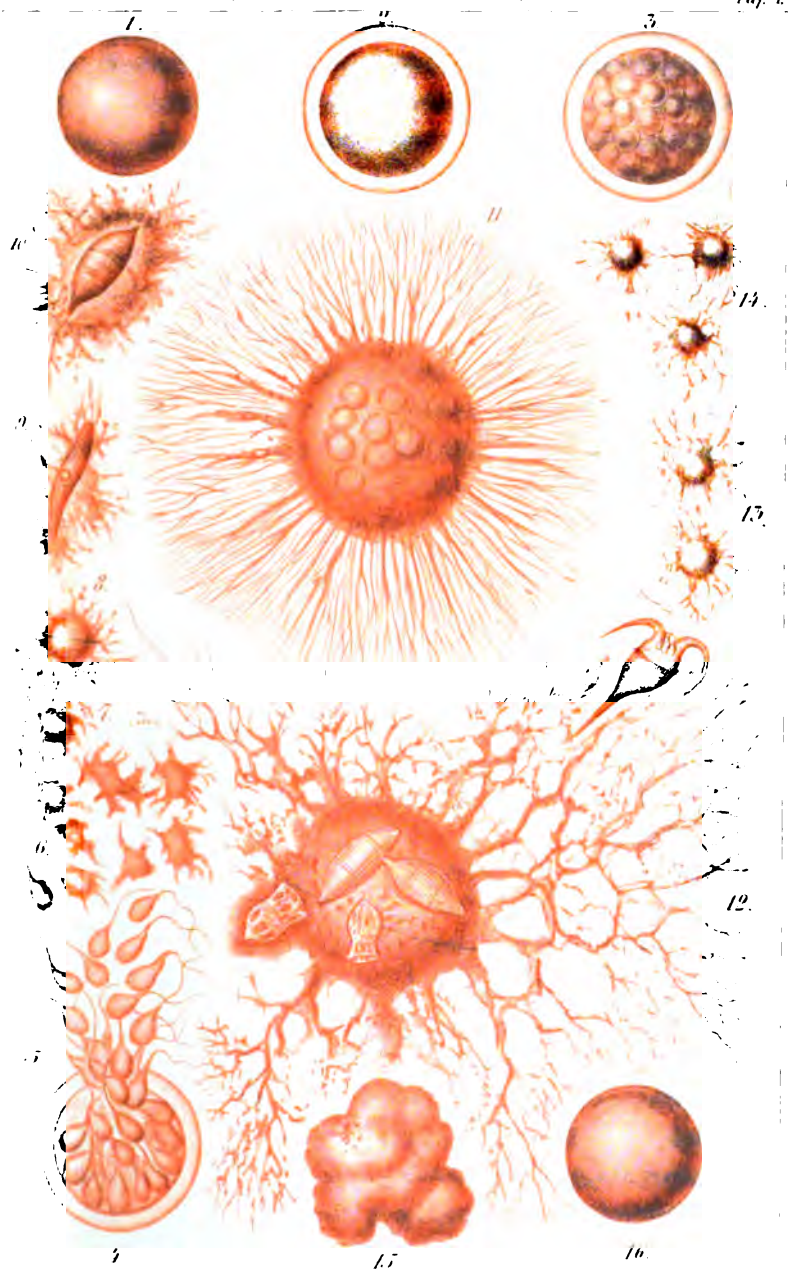
Fig. 1. Fortpflanzung eines einfachsten Organismus, eines Moneres, durch Selbsttheilung. *A.* Das ganze Moner, eine Protamoeba. *B.* Dieselbe zerfällt durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften. *C.* Jede der beiden Hälften hat sich von der andern getrennt und stellt nun ein selbstständiges Individuum dar.

alsbald ab und erscheint nun als ein selbstständiges Individuum, welches das einfache Spiel der Lebenserscheinungen, Ernährung und Fortpflanzung, von Neuem beginnt. Bei anderen Moneren (Vampyrella) zerfällt der Körper bei der Fortpflanzung nicht in zwei, sondern in vier gleiche Stücke, und bei noch anderen (Protomonas, Protomyxa, Myxastrum) sogleich in eine große Anzahl von kleinen Schleimkügelchen, deren jedes durch einfaches Wachsthum dem

elterlichen Körper wieder gleich wird (Tafel I). Es zeigt sich hier deutlich, daß der Vorgang der Fortpflanzung weiter Nichts ist, als ein Wachsthum des Organismus über sein individuelles Maß hinaus.

Die einfache Fortpflanzungsweise der Moneren durch Selbsttheilung ist eigentlich die allgemeinste und weiteste verbreitete von allen verschiedenen Fortpflanzungsarten; denn durch denselben einfachen Prozeß der Theilung pflanzen sich auch die Zellen fort, diejenigen einfachen organischen Individuen, welche in sehr großer Zahl den Körper der allermeisten Organismen, den menschlichen Körper nicht ausgenommen, zusammensetzen. Abgesehen von den Organismen niedersten Ranges, welche noch nicht einmal den Formwerth einer Zelle haben (Moneren), oder zeitlebens eine einfache Zelle darstellen (viele Protisten und einzellige Pflanzen) ist der Körper jedes organischen Individuums aus einer großen Anzahl von Zellen zusammengesetzt. Jede organische Zelle ist bis zu einem gewissen Grade ein selbstständiger Organismus, ein sogenannter „Elementarorganismus" oder ein „Individuum erster Ordnung". Jeder höhere Organismus ist gewissermaßen eine Gesellschaft oder ein Staat von solchen vielgestaltigen, durch Arbeitstheilung mannichfaltig ausgebildeten Elementarindividuen[39]). Ursprünglich ist jede organische Zelle auch nur ein einfaches Schleimklümpchen, gleich einem Moner, jedoch von diesem dadurch verschieden, daß die gleichartige Eiweißmasse in zwei verschiedene Bestandtheile sich gesondert hat: ein inneres, festeres Eiweißkörperchen, den Zellenkern (Nucleus), und einen äußeren, weicheren Eiweißkörper, den Zellstoff (Protoplasma). Außerdem bilden viele Zellen späterhin noch einen dritten (jedoch häufig fehlenden) Formbestandtheil, indem sie sich einkapseln, eine äußere Hülle oder Zellhaut (Membrana) ausschwitzen. Alle übrigen Formbestandtheile, die sonst noch an den Zellen vorkommen, sind von untergeordneter Bedeutung und interessiren uns hier weiter nicht.

Ursprünglich ist auch jeder mehrzellige Organismus eine ein-



Protomyxa aurantiaca.

fache Zelle, und er wird dadurch mehrzellig, daß jene Zelle sich durch Theilung fortpflanzt, und daß die so entstehenden neuen Zellenindividuen beisammen bleiben und durch Arbeitstheilung eine Gemeinde oder einen Staat bilden. Die Formen und Lebenserscheinungen aller mehrzelligen Organismen sind lediglich die Wirkung oder der Ausdruck der gesammten Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen sie zusammensetzenden Zellen. Das Ei, aus welchem sich die meisten Thiere und Pflanzen entwickeln, ist eine einfache Zelle.

Die einzelligen Organismen, d. h. diejenigen, welche zeitlebens den Formwerth einer einzigen Zelle beibehalten, z. B. die Amoeben (Fig. 2), pflanzen sich in der Regel auf die einfachste Weise

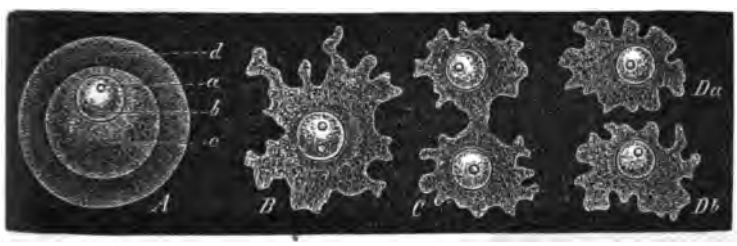


Fig. 2. Fortpflanzung eines einzelligen Organismus, einer Amoeba sphaerococcus, durch Selbsttheilung. *A.* Die eingekapselte Amoeba, eine einfache kugelige Zelle, bestehend aus einem Protoplasmaklumpen *(c)*, welcher einen Kern *(b)* und ein Kernkörperchen *(a)* einschließt, und von einer Zellhaut oder Kapsel umgeben ist. *B.* Die freie Amoeba, welche die Cyste oder Zellhaut gesprengt und verlassen hat. *C.* Dieselbe beginnt sich zu theilen, indem ihr Kern in zwei Kerne zerfällt und der Zellstoff zwischen beiden sich einschnürt. *D.* Die Theilung ist vollendet, indem auch der Zellstoff vollständig in zwei Hälften zerfallen ist *(Da* und *Db)*.

durch Theilung fort. Dieser Prozeß unterscheidet sich von der vorher bei den Moneren beschriebenen Selbsttheilung nur dadurch, daß zunächst der festere Zellkern (Nucleus) durch Einschnürung in zwei Hälften zerfällt. Die beiden jungen Kerne entfernen sich voneinander und wirken nun wie zwei verschiedene Anziehungsmittelpunkte auf die umgebende weichere Eiweißmasse, den Zellstoff (Protoplasma). Dadurch zerfällt schließlich auch dieser in zwei Hälften, und es sind nun zwei neue Zellen vorhanden, welche der Mutterzelle gleich sind. War die Zelle von einer Membran umgeben, so theilt sich diese ent-

weder nicht, wie bei der Eifurchung (Fig. 3, 4), oder sie folgt passiv der aktiven Einschnürung des Protoplasma, oder es wird von jeder jungen Zelle eine neue Haut ausgeschwitzt.

Ganz ebenso wie die selbstständigen einzelligen Organismen, z. B. Amobea (Fig. 2) pflanzen sich nun auch die unselbstständigen Zellen fort, welche in Gemeinden oder Staaten vereinigt bleiben und so den Körper der höheren Organismen zusammensetzen. Ebenso vermehrt sich auch durch einfache Theilung die Zelle, mit welcher die meisten Thiere und Pflanzen ihre individuelle Existenz beginnen, nämlich das Ei. Wenn sich aus einem Ei ein Thier, z. B. ein Säugethier (Fig. 3, 4) entwickelt, so beginnt dieser Entwickelungs-

Fig. 3. Ei eines Säugethieres (eine einfache Zelle). *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (sogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (sogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellstoff oder Protoplasma (sogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut) des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchsichtigkeit Membrana pellucida genannt.

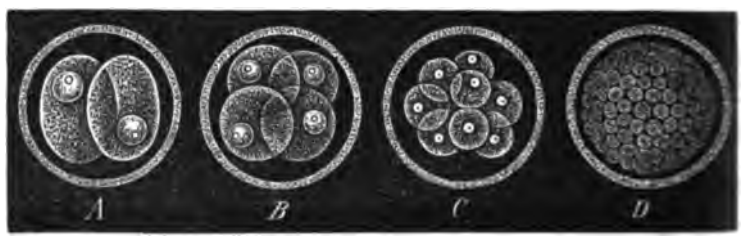


Fig. 4. Erster Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, sogenannte „Eifurchung" (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbsttheilung). Fig. 4*A*. Das Ei zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. Fig. 4*B*. Diese zerfallen durch Halbirung in 4 Zellen. Fig. 4*C*. Diese letzteren sind in 8 Zellen zerfallen. Fig. 4*D*. Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entstanden.

prozeß stets damit, daß die einfache Eizelle (Fig. 3) durch fortgesetzte Selbsttheilung einen Zellenhaufen bildet (Fig. 4). Die äußere Hülle oder Zellhaut des kugeligen Eies bleibt ungetheilt. Zuerst zerfällt der Zellenkern des Eies (das sogenannte Keimbläschen) durch Selbst-

theilung in zwei Kerne, dann folgt der Zellstoff (der Dotter des Eies) nach (Fig. 4A). In gleicher Weise zerfallen durch die fortgesetzte Selbsttheilung die zwei Zellen in vier (Fig. 4B), diese in acht (Fig. 4C), in sechzehn, zweiunddreißig u. s. w., und es entsteht schließlich ein kugeliger Haufe von sehr zahlreichen kleinen Zellen (Fig. 4D). Diese bauen nun durch weitere Vermehrung und ungleichartige Ausbildung (Arbeitstheilung) allmählich den zusammengesetzten mehrzelligen Organismus auf. Jeder von uns hat im Beginne seiner individuellen Entwickelung denselben, in Fig. 4 dargestellten Prozeß durchgemacht. Das in Fig. 3 abgebildete Säugethierei und die in Fig. 4 dargestellte Entwickelung desselben könnte eben so gut vom Menschen, als vom Affen, vom Hunde, vom Pferde oder von irgend einem anderen placentalen Säugethier herrühren.

Wenn Sie nun zunächst nur diese einfachste Form der Fortpflanzung, die Selbsttheilung, betrachten, so werden Sie es gewiß nicht wunderbar finden, daß die Theilungsprodukte des ursprünglichen Organismus dieselben Eigenschaften besitzen, wie das elterliche Individuum. Sie sind ja Theilhälften des elterlichen Organismus, und da die Materie, der Stoff, in beiden Hälften derselbe ist, da die beiden jungen Individuen gleich viel und gleich beschaffene Materie von dem elterlichen Individuum überkommen haben, so finden Sie es gewiß natürlich, daß auch die Lebenserscheinungen, die physiologischen Eigenschaften, in den beiden Kindern dieselben sind. In der That sind in jeder Beziehung, sowohl hinsichtlich ihrer Form und ihres Stoffes, als hinsichtlich ihrer Lebenserscheinungen, die beiden Tochterzellen nicht von einander und von der Mutterzelle zu unterscheiden. Sie haben von ihr die gleiche Natur *geerbt*.

Nun findet sich aber dieselbe einfache Fortpflanzung durch Theilung nicht bloß bei den einfachen Zellen, sondern auch bei höher stehenden mehrzelligen Organismen, z. B. bei den Korallenthieren. Viele derselben, welche schon einen höheren Grad von Zusammensetzung und Organisation zeigen, pflanzen sich dennoch einfach durch Theilung fort. Hier zerfällt der ganze Organismus mit allen seinen Or-

ganen in zwei gleiche Hälften, ſobald er durch Wachsthum ein gewiſſes Maß der Größe erreicht hat. Jede Hälfte ergänzt ſich alsbald wieder durch Wachsthum zu einem vollſtändigen Individuum. Auch hier finden Sie es gewiß ſelbſtverſtändlich, daß die beiden Theilungsprodukte die Eigenſchaften des elterlichen Organismus theilen, da ſie ja ſelbſt Subſtanzhälften deſſelben ſind.

An die Fortpflanzung durch Theilung ſchließt ſich zunächſt die Fortpflanzung durch Knospenbildung an. Dieſe Art der Monogonie iſt außerordentlich weit verbreitet. Sie findet ſich ſowohl bei den einfachen Zellen (obwohl ſeltener), als auch bei den aus vielen Zellen zuſammengeſetzten höheren Organismen. Ganz allgemein verbreitet iſt die Knospenbildung im Pflanzenreich, ſeltener im Thierreich. Jedoch kommt ſie auch hier in dem Stamme der Pflanzenthiere, insbeſondere bei den Korallen und bei einem großen Theile der Hydromeduſen ſehr häufig vor, ferner auch bei einem Theile der Würmer (Plattwürmern, Ringelwürmern, Moosthieren und Manthelthieren). Die meiſten verzweigten Thierſtöcke, welche auch äußerlich den verzweigten Pflanzenſtöcken ſo ähnlich ſind, entſtehen gleich dieſen durch Knospenbildung.

Die Fortpflanzung durch Knospenbildung (Gemmatio) unterſcheidet ſich von der Fortpflanzung durch Theilung weſentlich dadurch, daß die beiden durch Knospung neu erzeugten Organismen nicht von gleichem Alter, und daher anfänglich auch nicht von gleichem Werthe ſind, wie es bei der Theilung der Fall iſt. Bei der letzteren können wir offenbar keines der beiden neu erzeugten Individuen als das elterliche, als das erzeugende anſehen, weil beide ja gleichen Antheil an der Zuſammenſetzung des urſprünglichen, elterlichen Individuums haben. Wenn dagegen ein Organismus eine Knospe treibt, ſo iſt die letztere das Kind des erſteren. Beide Individuen ſind von ungleichem Alter und daher zunächſt auch von ungleicher Größe und ungleichem Formwerth. Wenn z. B. eine Zelle durch Knospenbildung ſich fortpflanzt, ſo ſehen wir nicht, daß die Zelle in zwei gleiche Hälften zerfällt, ſondern es bildet ſich an

einer Stelle eine Hervorragung, welche größer und größer wird, und welche sich mehr oder weniger von der elterlichen Zelle absondert und nun selbstständig wächst. Ebenso bemerken wir bei der Knospenbildung einer Pflanze oder eines Thieres, daß an einer Stelle des ausgebildeten Individuums eine kleine lokale Wucherung entsteht, welche größer und größer wird, und ebenfalls durch selbstständiges Wachsthum sich mehr oder weniger von dem elterlichen Organismus absondert. Die Knospe kann später, nachdem sie eine gewisse Größe erlangt hat, entweder vollkommen von dem Elternindividuum sich ablösen, oder sie kann mit diesem im Zusammenhang bleiben und einen Stock bilden, dabei aber doch ganz selbstständig weiter leben. Während das Wachsthum, welches die Fortpflanzung einleitet, bei der Theilung ein totales ist und den ganzen Körper betrifft, ist dasselbe dagegen bei der Knospenbildung ein partielles und betrifft nur einen Theil des elterlichen Organismus. Aber auch hier behält die Knospe, das neu erzeugte Individuum, welches mit dem elterlichen Organismus so lange im unmittelbarsten Zusammenhang steht und aus diesem hervorgeht, dessen wesentliche Eigenschaften und ursprüngliche Bildungsrichtung bei.

An die Knospenbildung schließt sich unmittelbar eine dritte Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung an, diejenige durch Keimknospenbildung (Polysporogonia). Bei niederen, unvollkommenen Organismen, unter den Thieren insbesondere bei den Pflanzenthieren und Würmern, finden Sie sehr häufig, daß im Innern eines aus vielen Zellen zusammengesetzten Individuums eine kleine Zellengruppe von den umgebenden Zellen sich absondert, und daß diese kleine isolirte Zellengruppe allmählich zu einem Individuum heranwächst, welches dem elterlichen ähnlich wird, und früher oder später aus diesem heraustritt. So entstehen z. B. im Körper der Saugwürmer (Trematoden) oft zahlreiche, aus vielen Zellen zusammengesetzte Körperchen, Keimknospen oder Polysporen, welche sich schon frühzeitig ganz von dem Elternkörper absondern und diesen

verlaſſen, nachdem ſie einen gewiſſen Grad ſelbſtſtändiger Ausbildung erreicht haben.

Offenbar iſt die Keimknospenbildung von der echten Knospenbildung nur wenig verſchieden. Andrerſeits aber berührt ſie ſich mit einer vierten Form der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, welche beinahe ſchon zur geſchlechtlichen Zeugung hinüberführt, nämlich mit der Keimzellenbildung (Monosporogonia), welche auch oft ſchlechtweg die Sporenbildung (Sporogonia) genannt wird. Hier iſt es nicht mehr eine Zellengruppe, ſondern eine einzelne Zelle, welche ſich im Innern des zeugenden Organismus von den umgebenden Zellen abſondert, und ſich erſt weiter entwickelt, nachdem ſie aus jenem ausgetreten iſt. Nachdem dieſe Keimzelle oder Monoſpore (gewöhnlich kurzweg Spore genannt) das Elternindividuum verlaſſen hat, vermehrt ſie ſich durch Theilung und bildet ſo einen vielzelligen Organismus, welcher durch Wachsthum und allmähliche Ausbildung die erblichen Eigenſchaften des elterlichen Organismus erlangt. So geſchieht es ſehr häufig bei den niederen Pflanzen.

Obwohl die Keimzellenbildung der Keimknospenbildung ſehr nahe ſteht, entfernt ſie ſich doch offenbar von dieſer, wie von den vorher angeführten anderen Formen der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung ſehr weſentlich dadurch, daß nur ein ganz kleiner Theil des zeugenden Organismus die Fortpflanzung und ſomit auch die Vererbung vermittelt. Bei der Selbſttheilung, wo der ganze Organismus in zwei Hälften zerfällt, bei der Knospenbildung, wo ein anſehnlicher und bereits mehr oder minder entwickelter Körpertheil von dem zeugenden Individuum ſich abſondert, finden wir es ſehr begreiflich, daß Formen und Lebenserſcheinungen in dem zeugenden und dem erzeugten Organismus dieſelben ſind. Viel ſchwieriger iſt es ſchon bei der Keimknospenbildung, und noch ſchwerer bei der Keimzellenbildung zu begreifen, wie dieſer ganz kleine, ganz unentwickelte Körpertheil, dieſe Zellengruppe oder einzelne Zelle nicht bloß gewiſſe elterliche Eigenſchaften unmittelbar mit in ihre ſelbſtſtändige Exiſtenz hinübernimmt, ſondern auch nach ihrer Trennung vom elter-

lichen Individuum ſich zu einem vielzelligen Körper entwickelt, und in dieſem die Formen und die Lebenserſcheinungen des urſprünglichen, zeugenden Organismus wieder zu Tage treten läßt. Dieſe letzte Form der monogonen Fortpflanzung, die Keimzellen- oder Sporenbildung, führt uns hierdurch bereits unmittelbar zu der am ſchwierigſten zu erklärenden Form der Fortpflanzung, zur geſchlechtlichen Zeugung, hinüber.

Die geſchlechtliche (amphigone oder ſexuelle) Zeugung (Amphigonia) iſt die gewöhnliche Fortpflanzungsart bei allen höheren Thieren und Pflanzen. Offenbar hat ſich dieſelbe erſt ſehr ſpät im Verlaufe der Erdgeſchichte aus der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, und zwar zunächſt aus der Keimzellenbildung entwickelt. In den früheſten Perioden der organiſchen Erdgeſchichte pflanzten ſich alle Organismen nur auf ungeſchlechtlichem Wege fort, wie es gegenwärtig noch zahlreiche niedere Organismen thun, insbeſondere alle diejenigen, welche auf der niedrigſten Stufe der Organiſation ſtehen, welche man weder als Thiere noch als Pflanzen mit vollem Rechte betrachten kann, und welche man daher am beſten als Urweſen oder Protiſten aus dem Thier- und Pflanzenreich ausſcheidet. Allein bei den höheren Thieren und Pflanzen erfolgt gegenwärtig die Vermehrung der Individuen in der Regel größtentheils durch geſchlechtliche Fortpflanzung.

Während bei allen vorhin erwähnten Hauptformen der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, bei der Theilung, Knospenbildung, Keimknospenbildung und Keimzellenbildung, die abgeſonderte Zelle oder Zellengruppe für ſich allein im Stande war, ſich zu einem neuen Individuum auszubilden, ſo muß dieſelbe dagegen bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung erſt durch einen anderen Zeugungsſtoff befruchtet werden. Der befruchtende männliche Samen muß ſich erſt mit der weiblichen Keimzelle, dem Ei, vermiſchen, ehe ſich dieſes zu einem neuen Individuum entwickeln kann. Dieſe beiden verſchiedenen Zeugungsſtoffe, der männliche Samen und das weibliche Ei, werden entweder von einem und demſelben Individuum erzeugt (Zwit-

terbildung, Hermaphroditismus) oder von zwei verſchiedenen Individuen (Geſchlechtstrennung, Gonochorismus) (Gen. Morph. II, 58—59).

Die einfachere und ältere Form der geſchlechtlichen Fortpflanzung iſt die Zwitterbildung (Hermaphroditismus). Sie findet ſich bei der großen Mehrzahl der Pflanzen, aber nur bei einer großen Minderzahl der Thiere, z. B. bei den Gartenſchnecken, Blutegeln, Regenwürmern und vielen anderen Würmern. Jedes einzelne Individuum erzeugt als Zwitter (Hermaphroditus) in ſich beiderlei Geſchlechtsſtoffe, Eier und Samen. Bei den meiſten höheren Pflanzen enthält jede Blüthe ſowohl die männlichen Organe (Staubfäden und Staubbeutel) als die weiblichen Organe (Griffel und Fruchtknoten). Jede Gartenſchnecke erzeugt an einer Stelle ihrer Geſchlechtsdrüſe Eier, an einer andern Samen. Viele Zwitter können ſich ſelbſt befruchten; bei anderen dagegen iſt eine Kopulation und gegenſeitige Befruchtung zweier Zwitter nothwendig, um die Eier zur Entwickelung zu veranlaſſen. Dieſer letztere Fall iſt offenbar ſchon der Uebergang zur Geſchlechtstrennung.

Die Geſchlechtstrennung (Gonochorismus), die verwickeltere von beiden Arten der geſchlechtlichen Zeugung, hat ſich offenbar erſt in einer viel ſpäteren Zeit der organiſchen Erdgeſchichte aus der Zwitterbildung entwickelt. Sie iſt gegenwärtig die allgemeine Fortpflanzungsart der höheren Thiere, findet ſich dagegen nur bei einer geringeren Anzahl von Pflanzen (z. B. manchen Waſſerpflanzen: Hydrocharis, Vallisneria; und Bäumen: Weiden, Pappeln). Jedes organiſche Individuum als Nichtzwitter (Gonochoristus) erzeugt in ſich nur einen von beiden Zeugungsſtoffen, entweder männlichen oder weiblichen. Die weiblichen Individuen bilden ſowohl bei den Thieren, als bei den Pflanzen Eier oder Eizellen. Die Eier der Pflanzen werden gewöhnlich bei den Blüthenpflanzen (Phanerogamen) „Embryobläschen", bei den Blüthenloſen (Kryptogamen) „Befruchtungskugeln" genannt. Die männlichen Individuen ſondern bei den Thieren den befruchtenden Samen (Sperma) ab, bei den

Pflanzen dem Sperma entſprechende Körperchen (Pollenkörner oder Blüthenſtaub bei den Phanerogamen, bei den Kryptogamen ein Sperma, welches gleich demjenigen der meiſten Thiere aus lebhaft beweglichen, in einer Flüſſigkeit ſchwimmenden Flimmerzellen beſteht, den Zooſpermien, Spermatozoen oder Spermazellen).

Eine intereſſante Uebergangsform von der geſchlechtlichen Zeugung zu der (dieſer nächſtſtehenden) ungeſchlechtlichen Keimzellenbildung bietet die ſogenannte jungfräuliche Zeugung (Parthenogenesis) dar, welche bei den Inſekten in neuerer Zeit, beſonders durch Siebold's verdienſtvolle Unterſuchungen, vielfach nachgewieſen worden iſt. Hier werden Keimzellen, die ſonſt den gewöhnlichen Eizellen ganz ähnlich erſcheinen und ebenſo entſtehen, fähig, zu neuen Individuen ſich zu entwickeln, ohne des befruchtenden Samens zu bedürfen. Die merkwürdigſten und lehrreichſten von den verſchiedenen parthenogenetiſchen Erſcheinungen bieten uns diejenigen Fälle, in denen dieſelben Keimzellen, je nachdem ſie befruchtet werden oder nicht, verſchiedene Individuen erzeugen. Bei unſeren gewöhnlichen Honigbienen entſteht aus den Eiern der Königin ein männliches Individuum (eine Drohne), wenn das Ei nicht befruchtet wird; ein weibliches (eine Königin oder Arbeiterin), wenn das Ei befruchtet wird. Es zeigt ſich hier deutlich, daß in der That eine tiefe Kluft zwiſchen geſchlechtlicher und geſchlechtsloſer Zeugung nicht exiſtirt, daß beide Formen vielmehr unmittelbar zuſammenhängen. Uebrigens iſt die Parthenogeneſis der Inſekten wohl als Rückſchlag der geſchlechtlichen Fortpflanzung (welche die Stammeltern der Inſekten beſaßen) in die frühere ungeſchlechtliche Fortpflanzung aufzufaſſen (Gen. Morph. II, 56). Jedenfalls iſt ſowohl bei Pflanzen als bei Thieren die geſchlechtliche Zeugung, die als ein ſo wunderbarer Vorgang erſcheint, erſt in ſpäterer Zeit aus der älteren ungeſchlechtlichen Zeugung hervorgegangen. In beiden Fällen iſt die Vererbung eine nothwendige Theilerſcheinung der Fortpflanzung.

Bei allen verſchiedenen Formen der Fortpflanzung iſt das Weſentliche dieſes Vorgangs immer die Ablöſung eines Theiles des elter-

lichen Organismus und die Befähigung deſſelben zur individuellen, ſelbſtſtändigen Exiſtenz. In allen Fällen dürfen wir daher von vornherein ſchon erwarten, daß die kindlichen Individuen, die ja, wie man ſich ausdrückt, Fleiſch und Bein der Eltern ſind, zugleich immer dieſelben Lebenserſcheinungen und Formeigenſchaften erlangen werden, welche die elterlichen Individuen beſitzen. Immer iſt es nur eine größere oder geringere Quantität von der elterlichen Materie, und zwar von dem eiweißartigen Protoplasma oder Zellſtoff, welche auf das kindliche Individuum übergeht. Mit der Materie werden aber auch deren Lebenseigenſchaften, die molekularen Bewegungen des Plasma, übertragen, welche ſich dann in ihrer Form äußern. Wenn Sie ſich die angeführte Kette von verſchiedenen Fortpflanzungsformen in ihrem Zuſammenhange vor Augen ſtellen, ſo verliert die Vererbung durch geſchlechtliche Zeugung ſehr Viel von dem Räthſelhaften und Wunderbaren, das ſie auf den erſten Blick für den Laien beſitzt. Es erſcheint anfänglich höchſt wunderbar, daß bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung des Menſchen, wie aller höheren Thiere, das kleine Ei, eine winzige, für das bloße Auge oft kaum ſichtbare Zelle, im Stande iſt, alle Eigenſchaften des mütterlichen Organismus auf den kindlichen zu übertragen; und nicht weniger räthſelhaft muß es erſcheinen, daß zugleich die weſentlichen Eigenſchaften des väterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen werden vermittelſt des männlichen Sperma, welches die Eizelle befruchtete; vermittelſt einer ſchleimigen Maſſe, in der feine Geißelzellen, die Zooſpermien ſich umherbewegen. Sobald Sie aber jene zuſammenhängende Stufenleiter der verſchiedenen Fortpflanzungsarten vergleichen, bei welcher der kindliche Organismus als überſchüſſiges Wachsthumsprodukt des Elternindividuums ſich immer mehr von erſterem abſondert, und immer frühzeitiger die ſelbſtſtändige Laufbahn betritt; ſobald Sie zugleich erwägen, daß auch das Wachsthum und die Ausbildung jedes höheren Organismus bloß auf der Vermehrung der ihn zuſammenſetzenden Zellen, auf der einfachen

Fortpflanzung durch Theilung beruht, ſo wird es Ihnen klar, daß alle dieſe merkwürdigen Vorgänge in eine Reihe gehören.

Das Leben jedes organiſchen Individuums iſt Nichts weiter, als eine zuſammenhängende Kette von ſehr verwickelten materiellen Bewegungserſcheinungen. Dieſe Bewegungen ſind als Veränderungen in der Lage und Zuſammenſetzung der Molekeln zu denken, der kleinſten (aus Atomen in höchſt mannichfaltiger Weiſe zuſammengeſetzten) Theilchen der belebten Materie. Die ſpecifiſch beſtimmte Richtung dieſer gleichartigen, anhaltenden, immanenten Lebensbewegung wird in jedem Organismus durch die chemiſche Miſchung des eiweißartigen Zeugungsſtoffes bedingt, welcher ihm den Urſprung gab. Bei dem Menſchen, wie bei den höheren Thieren, welche geſchlechtlich ſich fortpflanzen, beginnt die individuelle Lebensbewegung in dem Momente, in welchem die Eizelle von den Samenfäden des Sperma befruchtet wird, in welchem beide Zeugungsſtoffe ſich thatſächlich vermiſchen; von da an wird nun die Richtung der Lebensbewegung durch die ſpecifiſche, oder richtiger individuelle Beſchaffenheit ſowohl des Samens als des Eies beſtimmt. Ueber die rein mechaniſche, materielle Natur dieſes Vorganges kann kein Zweifel ſein. Aber ſtaunend und bewundernd müſſen wir hier vor der unendlich verwickelten Molekular-Struktur der eiweißartigen Materie ſtill ſtehen. Staunen müſſen wir über die unleugbare Thatſache, daß die einfache Eizelle der Mutter, der einzige Samenfaden oder die flimmernde Spermazelle des Vaters ſo genau die molekulare individuelle Lebensbewegung dieſer beiden Individuen auf das Kind überträgt, daß nachher die feinſten körperlichen und geiſtigen Eigenthümlichkeiten der beiden Eltern an dieſem wieder erſcheinen.

Hier ſtehen wir vor einer mechaniſchen Naturerſcheinung, von welcher Virchow, der geiſtvolle Begründer der „Cellularpathologie", mit vollem Rechte ſagt: „Wenn der Naturforſcher dem Gebrauche der Geſchichtſchreiber und Kanzelredner zu folgen liebte, ungeheure und in ihrer Art einzige Erſcheinungen mit dem hohlen Gepränge ſchwerer und tönender Worte zu überziehen, ſo wäre hier

der Ort dazu; denn wir ſind an eines der großen Myſterien der thieriſchen Natur getreten, welche die Stellung des Thieres gegenüber der ganzen übrigen Erſcheinungswelt enthalten. Die Frage von der Zellenbildung, die Frage von der Erregung anhaltender gleichartiger Bewegung, endlich die Fragen von der Selbſtſtändigkeit des Nervenſyſtems und der Seele — das ſind die großen Aufgaben, an denen der Menſchengeiſt ſeine Kraft mißt. Die Beziehung des Mannes und des Weibes zur Eizelle zu erkennen, heißt faſt ſo viel, als alle jene Myſterien löſen. Die Entſtehung und Entwickelung der Eizelle im mütterlichen Körper, die Uebertragung körperlicher und geiſtiger Eigenthümlichkeiten des Vaters durch den Samen auf dieſelbe, berühren alle Fragen, welche der Menſchengeiſt je über des Menſchen Sein aufgeworfen hat.“ Und, fügen wir hinzu, ſie löſen dieſe höchſten Fragen mittelſt der Deſcendenztheorie in rein mechaniſchem, rein moniſtiſchem Sinne!

Daß alſo auch bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung des Menſchen und aller höheren Organismen die Vererbung, ein rein mechaniſcher Vorgang, unmittelbar durch den materiellen Zuſammenhang des zeugenden und des gezeugten Organismus bedingt iſt, ebenſo wie bei der einfachſten ungeſchlechtlichen Fortpflanzung der niederen Organismen, darüber kann kein Zweifel mehr ſein. Doch will ich Sie bei dieſer Gelegenheit ſogleich auf einen wichtigen Unterſchied aufmerkſam machen, welchen die Vererbung bei der geſchlechtlichen und bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung darbietet. Es iſt eine längſt bekannte Thatſache, daß die individuellen Eigenthümlichkeiten des zeugenden Organismus viel genauer durch die ungeſchlechtliche als durch die geſchlechtliche Fortpflanzung auf das erzeugte Individuum übertragen werden. Die Gärtner machen von dieſer Thatſache ſchon lange vielfach Gebrauch. Wenn z. B. von einer Baumart mit ſteifen, aufrecht ſtehenden Aeſten zufällig ein einzelnes Individuum herabhängende Zweige bekömmt, ſo kann der Gärtner in der Regel dieſe Eigenthümlichkeit nicht durch geſchlechtliche, ſondern nur durch ungeſchlechtliche Fortpflanzung vererben. Die von einem ſol-

chen Trauerbaum abgeſchnittenen Zweige, als Stecklinge gepflanzt, bilden ſpäterhin Bäume, welche ebenfalls hängende Aeſte haben, wie z. B. die Trauerweiden, Trauerbuchen. Samenpflanzen dagegen, welche man aus den Samen eines ſolchen Trauerbaumes zieht, erhalten in der Regel wieder die urſprüngliche, ſteife und aufrechte Zweigform der Voreltern. In ſehr auffallender Weiſe kann man daſſelbe auch an den ſogenannten „Blutbäumen" wahrnehmen, d. h. Spielarten von Bäumen, welche ſich durch rothe oder rothbraune Farbe der Blätter auszeichnen. Abkömmlinge von ſolchen Blutbäumen (z. B. Blutbuchen), welche man durch ungeſchlechtliche Fortpflanzung, durch Stecklinge erzeugt, zeigen die eigenthümliche Farbe und Beſchaffenheit der Blätter, welche das elterliche Individuum auszeichnet, während andere, aus den Samen der Blutbäume gezogene Individuen in die grüne Blattfarbe zurückſchlagen.

Dieſer Unterſchied in der Vererbung wird Ihnen ſehr natürlich vorkommen, ſobald Sie erwägen, daß der materielle Zuſammenhang zwiſchen zeugenden und erzeugten Individuen bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung viel inniger iſt und viel länger dauert, als bei der geſchlechtlichen. Die individuelle Richtung der molekularen Lebensbewegung kann ſich daher bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung viel länger und gründlicher in dem kindlichen Organismus befeſtigen, und viel ſtrenger vererben. Alle dieſe Erſcheinungen im Zuſammenhang betrachtet bezeugen klar, daß die Vererbung der körperlichen und geiſtigen Eigenſchaften ein rein materieller, mechaniſcher Vorgang iſt. Durch die Fortpflanzung wird eine größere oder geringere Quantität eiweißartiger Stofftheilchen, und damit zugleich die dieſen Protoplasma-Molekeln anhaftende individuelle Bewegungsform vom elterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen. Indem dieſe Bewegungsform ſich beſtändig erhält, müſſen auch die feineren Eigenthümlichkeiten, die am elterlichen Organismus haften, früher oder ſpäter am kindlichen Organismus wieder erſcheinen.

Neunter Vortrag.

Vererbungsgeſetze. Anpaſſung und Ernährung.

Unterſcheidung der erhaltenden und fortſchreitenden Vererbung. Geſetze der erhaltenden oder konſervativen Erblichkeit: Vererbung ererbter Charaktere. Ununterbrochene oder kontinuirliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechſel. Rückſchlag. Verwilderung. Geſchlechtliche oder ſexuelle Vererbung. Sekundäre Sexualcharaktere. Gemiſchte oder amphigone Vererbung. Baſtardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Geſetze der fortſchreitenden oder progreſſiven Erblichkeit: Vererbung erworbener Charaktere. Angepaßte oder erworbene Vererbung. Befeſtigte oder konſtituirte Vererbung. Gleichzeitliche oder homochrone Vererbung. Gleichörtliche oder homotope Vererbung. Anpaſſung und Veränderlichkeit. Zuſammenhang der Anpaſſung und der Ernährung. Unterſcheidung der indirekten und direkten Anpaſſung.

Meine Herren! Von den beiden allgemeinen Lebensthätigkeiten der Organismen, der Anpaſſung und der Vererbung, welche in ihrer Wechſelwirkung die verſchiedenen Organismenarten hervorbringen, haben wir im letzten Vortrage die Vererbung betrachtet und wir haben verſucht, dieſe in ihren Wirkungen ſo räthſelhafte Lebensthätigkeit zurückzuführen auf eine andere phyſiologiſche Funktion der Organismen, auf die Fortpflanzung. Dieſe letztere beruht ihrerſeits wieder, wie alle anderen Lebenserſcheinungen der Thiere und Pflanzen, auf phyſikaliſchen und chemiſchen Verhältniſſen. Allerdings erſcheinen dieſe bisweilen äußerſt verwickelt, laſſen ſich aber doch im Grunde auf einfache, mechaniſche Urſachen, auf Anziehungs-

und Abſtoßungsverhältniſſe der Stofftheilchen oder Molekeln, auf Bewegungserſcheinungen der Materie zurückführen.

Bevor wir nun zur zweiten, der Vererbung entgegenwirkenden Funktion, der Erſcheinung der Anpaſſung oder Abänderung, übergehen, erſcheint es zweckmäßig, zuvor noch einen Blick auf die verſchiedenen Aeußerungsweiſen der Erblichkeit zu werfen, welche man vielleicht ſchon jetzt als „Vererbungsgeſetze" aufſtellen kann. Leider iſt für dieſen ſo außerordentlich wichtigen Gegenſtand ſowohl in der Zoologie, als auch in der Botanik, bisher nur ſehr Wenig geſchehen, und faſt Alles, was man von den verſchiedenen Vererbungsgeſetzen weiß, beruht auf den Erfahrungen der Landwirthe und der Gärtner. Daher iſt es nicht zu verwundern, daß im Ganzen dieſe äußerſt intereſſanten und wichtigen Erſcheinungen nicht mit der wünſchenswerthen wiſſenſchaftlichen Schärfe unterſucht und in die Form von naturwiſſenſchaftlichen Geſetzen gebracht worden ſind. Was ich Ihnen demnach im Folgenden von den verſchiedenen Vererbungsgeſetzen mittheilen werde, ſind nur einige vorläufige Bruchſtücke, herausgenommen aus dem unendlich reichen Schatze, welcher für die Erkenntniß hier offen liegt.

Wir können zunächſt alle verſchiedenen Erblichkeitserſcheinungen in zwei Gruppen bringen, welche wir als Vererbung ererbter Charaktere und Vererbung erworbener Charaktere unterſcheiden; und wir können die erſtere als die erhaltende (konſervative) Vererbung, die zweite als die fortſchreitende (progreſſive) Vererbung bezeichnen. Dieſe Unterſcheidung beruht auf der äußerſt wichtigen Thatſache, daß die Einzelweſen einer jeden Art von Thieren und Pflanzen nicht allein diejenigen Eigenſchaften auf ihre Nachkommen vererben können, welche ſie ſelbſt von ihren Vorfahren ererbt haben, ſondern auch die eigenthümlichen, individuellen Eigenſchaften, die ſie erſt während ihres Lebens erworben haben. Dieſe letzteren werden durch die fortſchreitende, die erſteren durch die erhaltende Erblichkeit übertragen. Zunächſt haben wir nun hier die Erſcheinungen der konſervativen oder erhaltenden Vererbung zu unterſuchen

d. h. der Vererbung ſolcher Eigenſchaften, welche der betreffende Organismus von ſeinen Eltern oder Vorfahren ſchon erhalten hat (Gen. Morph. II, 180).

Unter den Erſcheinungen der konſervativen Vererbung tritt uns zunächſt als das allgemeinſte Geſetz dasjenige entgegen, welches wir das Geſetz der ununterbrochenen oder kontinuirlichen Vererbung nennen können. Daſſelbe hat unter den höheren Thieren und Pflanzen ſo allgemeine Gültigkeit, daß der Laie zunächſt ſeine Wirkſamkeit überſchätzen und es für das einzige, allein maßgebende Vererbungsgeſetz halten dürfte. Es beſteht dieſes Geſetz einfach darin, daß innerhalb der meiſten Thier- oder Pflanzenarten jede Generation im Ganzen der andern gleich iſt, daß die Eltern ebenſo den Großeltern, wie den Kindern ähnlich ſind. „Gleiches erzeugt Gleiches", ſagt man gewöhnlich, richtiger aber: „Aehnliches erzeugt Aehnliches". Denn in der That ſind die Nachkommen oder Deſcendenten eines jeden Organismus demſelben niemals in allen Stücken abſolut gleich, ſondern immer nur in einem mehr oder weniger hohen Grade ähnlich. Dieſes Geſetz iſt ſo allgemein bekannt, daß ich keine Beiſpiele anzuführen brauche.

In einem gewiſſen Gegenſatze zu demſelben ſteht das Geſetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung, welche man auch als abwechſelnde oder alternirende Vererbung bezeichnen könnte. Dieſes wichtige Geſetz erſcheint hauptſächlich in Wirkſamkeit bei vielen niederen Thieren und Pflanzen, und äußert ſich hier, im Gegenſatz zu dem erſteren, darin, daß die Kinder den Eltern nicht gleich, ſondern ſehr unähnlich ſind, und daß erſt die dritte oder eine ſpätere Generation der erſten wieder ähnlich wird. Die Enkel ſind den Großeltern gleich, den Eltern aber ganz unähnlich. Es iſt das eine merkwürdige Erſcheinung, welche bekanntermaßen in geringerem Grade auch in den menſchlichen Familien ſehr häufig auftritt. Zweifelsohne wird Jeder von Ihnen einzelne Familienglieder kennen, welche in dieſer oder jener Eigenthümlichkeit viel mehr dem Großvater oder der Großmutter, als dem Vater oder der Mutter gleichen.

Bald sind es körperliche Eigenschaften, z. B. Gesichtszüge, Haarfarbe, Körpergröße, bald geistige Eigenheiten, z. B. Temperament, Energie, Verstand, welche in dieser Art sprungweise vererbt werden. Ebenso wie beim Menschen können Sie diese Thatsache bei den Hausthieren beobachten. Bei den am meisten veränderlichen Hausthieren, beim Hund, Pferd, Rind, machen die Thierzüchter sehr häufig die Erfahrung, daß ihr Züchtungsprodukt mehr dem großelterlichen, als dem elterlichen Organismus ähnlich ist. Wollen Sie dies Gesetz allgemein ausdrücken, und die Reihe der Generationen mit den Buchstaben des Alphabets bezeichnen, so wird A = C = E, ferner B = D = F u. s. f.

Noch viel auffallender, als bei den höheren, tritt Ihnen bei den niederen Thieren und Pflanzen diese sehr merkwürdige Thatsache entgegen, und zwar in dem berühmten Phänomen des Generationswechsels (Metagenesis). Hier finden Sie sehr häufig z. B. unter den Plattwürmern, Mantelthieren, Pflanzenthieren, ferner unter den Farnkräutern und Moosen, daß das organische Individuum bei der Fortpflanzung zunächst eine Form erzeugt, die gänzlich von der Elternform verschieden ist, und daß erst die Nachkommen dieser Generation der erstern wieder ähnlich werden. Dieser regelmäßige Generationswechsel wurde 1819 von dem Dichter Chamisso auf seiner Weltumsegelung bei den Salpen entdeckt, cylindrischen und glasartig durchsichtigen Mantelthieren, welche an der Oberfläche des Meeres schwimmen. Hier erzeugt die größere Generation, welche als Einsiedler lebt und ein hufeisenförmiges Auge besitzt, auf ungeschlechtlichem Wege (durch Knospenbildung) eine gänzlich verschiedene kleinere Generation. Die Individuen dieser zweiten kleineren Generation leben in Ketten vereinigt und besitzen ein kegelförmiges Auge. Jedes Individuum einer solchen Kette erzeugt auf geschlechtlichem Wege (als Zwitter) wiederum einen geschlechtslosen Einsiedler der ersten, größeren Generation. Es ist also hier bei den Salpen immer die erste, dritte, fünfte Generation, und ebenso die zweite, vierte sechste Generation einander ganz ähnlich. Nun ist es aber nicht

immer bloß eine Generation, die so überschlagen wird, sondern in anderen Fällen auch mehrere, so daß also die erste Generation der vierten, siebenten u. s. w. gleicht, die zweite der fünften und achten, die dritte der sechsten und neunten, und so weiter fort. Drei in dieser Weise verschiedene Generationen wechseln z. B. bei den zierlichen Seetönnchen (Doliolum) mit einander ab, kleinen Manteltieren, welche den Salpen nahe verwandt sind. Hier ist A = D = G, ferner B = E = H, und C = F = I. Bei den Blattläusen folgt auf jede geschlechtliche Generation eine Reihe von acht bis zehn bis zwölf ungeschlechtlichen Generationen, die unter sich ähnlich und von der geschlechtlichen verschieden sind. Dann tritt erst wieder eine geschlechtliche Generation auf, die der längst verschwundenen gleich ist.

Wenn Sie dieses merkwürdige Gesetz der latenten oder unterbrochenen Vererbung weiter verfolgen und alle dahin gehörigen Erscheinungen zusammenfassen, so können Sie auch die bekannten Erscheinungen des Rückschlags darunter begreifen. Unter Rückschlag oder Atavismus versteht man die allen Thierzüchtern bekannte merkwürdige Thatsache, daß bisweilen einzelne Thiere eine Form annehmen, welche schon seit vielen Generationen nicht vorhanden war, welche einer längst entschwundenen Generation angehört. Eines der merkwürdigsten hierher gehörigen Beispiele ist die Thatsache, daß bei einzelnen Pferden bisweilen ganz charakteristische dunkle Streifen auftreten, ähnlich denen des Zebra, Quagga und anderer wilden Pferdearten Afrika's. Hauspferde von den verschiedensten Rassen und von allen Farben zeigen bisweilen solche dunkle Streifen, z. B. einen Längsstreifen des Rückens, Querstreifen der Schultern und der Beine u. s. w. Die plötzliche Erscheinung dieser Streifen läßt sich nur erklären als eine Wirkung der latenten Vererbung, als ein Rückschlag in die längst verschwundene uralte gemeinsame Stammform aller Pferdearten, welche zweifelsohne gleich den Zebras, Quaggas u. s. w. gestreift war. Ebenso erscheinen auch bei anderen Hausthieren oft plötzlich gewisse Eigenschaften wieder, welche ihre längst ausgestor-

benen wilden Stammeltern auszeichneten. Auch unter den Pflanzen kann man den Rückschlag sehr häufig beobachten. Sie kennen wohl Alle das wilde gelbe Löwenmaul (Linaria vulgaris), eine auf unseren Aeckern und Wegen sehr gemeine Pflanze. Die rachenförmige gelbe Blüthe derselben enthält zwei lange und zwei kurze Staubfäden. Bisweilen aber erscheint eine einzelne Blüthe (Peloria), welche trichterförmig und ganz regelmäßig aus fünf einzelnen gleichen Abschnitten zusammengesetzt ist, mit fünf gleichartigen Staubfäden. Diese Peloria können wir nur erklären als einen Rückschlag in die längst entschwundene uralte gemeinsame Stammform aller derjenigen Pflanzen, welche gleich dem Löwenmaul eine rachenförmige zweilippige Blüthe mit zwei langen und zwei kurzen Staubfäden besitzen. Jene Stammform besaß gleich der Peloria eine regelmäßige fünftheilige Blüthe mit fünf gleichen, später erst allmählich ungleich werdenden Staubfäden. (Vergl. oben S. 14, 16.) Alle solche Rückschläge sind unter das Gesetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung zu bringen, wenn gleich die Zahl der Generationen, die übersprungen wird, ganz ungeheuer groß sein kann.

Wenn Kulturpflanzen oder Hausthiere verwildern, wenn sie den Bedingungen des Kulturlebens entzogen werden, so gehen sie Veränderungen ein, welche nicht bloß als Anpassung an die neuerworbene Lebensweise erscheinen, sondern auch theilweise als Rückschlag in die uralte Stammform, aus welcher die Kulturformen erzogen worden sind. So kann man die verschiedenen Sorten des Kohls, die ungemein in ihrer Form verschieden sind, durch absichtliche Verwilderung allmählich auf die ursprüngliche Stammform zurückführen. Ebenso schlagen die verwildernden Hunde, Pferde, Rinder u. s. w oft mehr oder weniger in eine längst ausgestorbene Generation zurück. Es kann eine erstaunlich lange Reihe von Generationen verfließen, ehe diese latente Vererbungskraft erlischt.

Als ein drittes Gesetz der erhaltenden oder konservativen Vererbung können wir das Gesetz der geschlechtlichen oder sexuellen Vererbung bezeichnen, nach welchem jedes Geschlecht auf

ſeine Nachkommen deſſelben Geſchlechts Eigenthümlichkeiten überträgt, welche es nicht auf die Nachkommen des andern Geſchlechts vererbt. Die ſogenannten „ſekundären Sexualcharaktere", welche in mehrfacher Beziehung von außerordentlichem Intereſſe ſind, liefern für dieſes Geſetz überall zahlreiche Beiſpiele. Als untergeordnete oder ſekundäre Sexualcharaktere bezeichnet man ſolche Eigenthümlichkeiten des einen der beiden Geſchlechter, welche nicht unmittelbar mit den Geſchlechtsorganen ſelbſt zuſammenhängen. Solche Charaktere, welche bloß dem männlichen Geſchlecht zukommen, ſind z. B. das Geweih des Hirſches, die Mähne des Löwen, der Sporn des Hahns. Hierher gehört auch der menſchliche Bart, eine Zierde, welche gewöhnlich dem weiblichen Geſchlecht verſagt iſt. Aehnliche Charaktere, welche bloß das weibliche Geſchlecht auszeichnen, ſind z. B. die entwickelten Brüſte mit den Milchdrüſen der weiblichen Säugethiere, der Beutel der weiblichen Beutelthiere. Auch Körpergröße und Hautfärbung iſt bei den weiblichen Thieren vieler Arten abweichend. Alle dieſe ſekundären Geſchlechtseigenſchaften werden, ebenſo wie die Geſchlechtsorgane ſelbſt, vom männlichen Organismus nur auf den männlichen vererbt, nicht auf den weiblichen, und umgekehrt. Die entgegengeſetzten Thatſachen ſind ſeltene Ausnahmen von der Regel.

Ein viertes hierher gehöriges Vererbungsgeſetz ſteht in gewiſſem Sinne im Widerſpruch mit dem letzterwähnten, und beſchränkt daſſelbe, nämlich das Geſetz der gemiſchten oder beiderſeitigen (amphigonen) Vererbung. Dieſes Geſetz ſagt aus, daß ein jedes organiſche Individuum, welches auf geſchlechtlichem Wege erzeugt wird, von beiden Eltern Eigenthümlichkeiten annimmt, ſowohl vom Vater als von der Mutter. Dieſe Thatſache, daß von jedem der beiden Geſchlechter perſönliche Eigenſchaften auf alle, ſowohl männliche als weibliche Kinder übergehen, iſt ſehr wichtig. Goethe drückt ſie von ſich ſelbſt in dem hübſchen Verſe aus:

„Vom Vater hab' ich die Statur, des Lebens ernſtes Führen,
„Vom Mütterchen die Frohnatur und Luſt zu fabuliren."

Dieſe Erſcheinung wird Ihnen allen ſo bekannt ſein, daß ich

hier darauf nicht weiter einzugehen brauche. Durch den verſchiedenen Antheil ihres Charakters, welchen Vater und Mutter auf ihre Kinder vererben, werden vorzüglich die individuellen Verſchiedenheiten der Geſchwiſter bedingt.

Unter dieſes Geſetz der gemiſchten oder amphigonen Vererbung gehört auch die ſehr wichtige und intereſſante Erſcheinung der Baſtardzeugung (Hybridismus). Richtig gewürdigt, genügt ſie allein ſchon vollſtändig, um das herrſchende Dogma von der Konſtanz der Arten zu widerlegen. Pflanzen ſowohl als Thiere, welche zwei ganz verſchiedenen Species angehören, können ſich mit einander geſchlechtlich vermiſchen und eine Nachkommenſchaft erzeugen, die in vielen Fällen ſich ſelbſt wieder fortpflanzen kann, und zwar entweder (häufiger) durch Vermiſchung mit einem der beiden Stammeltern, oder aber (ſeltener) durch reine Inzucht, indem Baſtard ſich mit Baſtard vermiſcht. Das letztere iſt z. B. bei den Baſtarden von Haſen und Kaninchen feſtgeſtellt (Lepus Darwinii, S. 131). Allbekannt ſind die Baſtarde zwiſchen Pferd und Eſel, zwei ganz verſchiedenen Arten einer Gattung (Equus). Dieſe Baſtarde ſind verſchieden, je nachdem der Vater oder die Mutter zu der einen oder zu der anderen Art, zum Pferd oder zum Eſel gehört. Das Maulthier (Mulus), welches von einer Pferdeſtute und einem Eſelhengſt erzeugt iſt, hat ganz andere Eigenſchaften als der Mauleſel (Hinnus), der Baſtard vom Pferdehengſt und der Eſelſtute. In jedem Fall iſt der Baſtard (Hybrida), der aus der Kreuzung zweier verſchiedener Arten erzeugte Organismus, eine Miſchform, welche Eigenſchaften von beiden Eltern angenommen hat; allein die Eigenſchaften des Baſtards ſind ganz verſchieden, je nach der Form der Kreuzung. So zeigen auch die Mulattenkinder, welche von einem Europäer mit einer Negerin erzeugt werden, eine andere Miſchung der Charaktere, als diejenigen Baſtarde, welche ein Neger mit einer Europäerin erzeugt. Bei dieſen Erſcheinungen der Baſtardzeugung ſind wir (wie bei den anderen vorher erwähnten Vererbungsgeſetzen) jetzt noch nicht im Stande, die bewirkenden Urſachen im Einzelnen

nachzuweiſen. Aber kein Naturforſcher zweifelt daran, daß die Urſachen hier überall rein mechaniſch, in der Natur der organiſchen Materie ſelbſt begründet ſind. Wenn wir feinere Unterſuchungsmittel als unſere groben Sinnesorgane und deren Hülfsmittel hätten, ſo würden wir jene Urſachen erkennen, und auf die chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften der Materie zurückführen können.

Als ein fünftes Geſetz müſſen wir nun unter den Erſcheinungen der konſervativen oder erhaltenden Vererbung noch das Geſetz der abgekürzten oder vereinfachten Vererbung anführen. Dieſes Geſetz iſt ſehr wichtig für die Embryologie oder Ontogenie, d. h. für die Entwickelungsgeſchichte der organiſchen Individuen. Wie ich bereits im erſten Vortrage (S. 10) erwähnte und ſpäter noch ausführlich zu erläutern habe, iſt die Ontogenie oder die Entwickelungsgeſchichte der Individuen weiter nichts als eine kurze und ſchnelle, durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung bedingte Wiederholung der Phylogenie, d. h. der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte des ganzen organiſchen Stammes oder Phylum, zu welchem der betreffende Organismus gehört. Wenn Sie z. B. die individuelle Entwickelung des Menſchen, des Affen, oder irgend eines anderen höheren Säugethieres innerhalb des Mutterleibes vom Ei an verfolgen, ſo finden Sie, daß der aus dem Ei entſtehende Keim oder Embryo eine Reihe von ſehr verſchiedenen Formen durchläuft, welche im Ganzen übereinſtimmt oder wenigſtens parallel iſt mit der Formenreihe, welche die hiſtoriſche Vorfahrenkette der höheren Säugethiere uns darbietet. Zu dieſen Vorfahren gehören gewiſſe Fiſche, Amphibien, Beutelthiere u. ſ. w. Allein der Parallelismus oder die Uebereinſtimmung dieſer beiden Entwickelungsreihen iſt niemals ganz vollſtändig. Vielmehr ſind in der Ontogenie immer Lücken und Sprünge, welche dem Ausfall einzelner Stadien der Phylogenie entſprechen. Wie Fritz Müller in ſeiner ausgezeichneten Schrift „Für Darwin“ [16]) an dem Beiſpiel der Cruſtaceen oder Krebſe vortrefflich erläutert hat, „wird die in der individuellen Entwickelungsgeſchichte erhaltene geſchichtliche Urkunde all-

mählich verwiſcht, indem die Entwickelung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einſchlägt.“ Dieſe Verwiſchung oder Abkürzung wird durch das Geſetz der abgekürzten Vererbung bedingt, und ich will daſſelbe hier deshalb beſonders hervorheben, weil es von großer Bedeutung für das Verſtändniß der Embryologie iſt, und die anfangs befremdende Thatſache erklärt, daß nicht alle Entwickelungsformen, welche unſere Stammeltern durchlaufen haben, in der Formenreihe unſerer eigenen individuellen Entwickelung noch ſichtbar ſind.

Den bisher erörterten Geſetzen der erhaltenden oder konſervativen Vererbung ſtehen nun gegenüber die Vererbungserſcheinungen der zweiten Reihe, die Geſetze der fortſchreitenden oder progreſſiven Vererbung. Sie beruhen, wie erwähnt, darauf, daß der Organismus nicht allein diejenigen Eigenſchaften auf ſeine Nachkommen überträgt, die er bereits von den Voreltern ererbt hat, ſondern auch eine Anzahl von denjenigen individuellen Eigenthümlichkeiten, welche er ſelbſt erſt während ſeines Lebens erworben hat. Die Anpaſſung verbindet ſich hier bereits mit der Vererbung. (Gen. Morph. II, 186.)

Unter dieſen wichtigen Erſcheinungen der fortſchreitenden oder progreſſiven Vererbung können wir an die Spitze als das allgemeinſte das Geſetz der angepaßten oder erworbenen Vererbung ſtellen. Daſſelbe beſagt eigentlich weiter Nichts, als was ich eben ſchon ausſprach, daß unter beſtimmten Umſtänden der Organismus fähig iſt, alle Eigenſchaften auf ſeine Nachkommen zu vererben, welche er ſelbſt erſt während ſeines Lebens durch Anpaſſung erworben hat. Am deutlichſten zeigt ſich dieſe Erſcheinung natürlich dann, wenn die neu erworbene Eigenthümlichkeit die ererbte Form bedeutend abändert. Das war in den Beiſpielen der Fall, welche ich Ihnen in dem vorigen Vortrage von der Vererbung überhaupt angeführt habe, bei den Menſchen mit ſechs Fingern und Zehen, den Stachelſchweinmenſchen, den Blutbuchen, Trauerweiden u. ſ. w. Auch die Vererbung erworbener Krankheiten, z. B. der

Schwindſucht, des Wahnſinns, beweiſt dies Geſetz ſehr auffällig, ebenſo die Vererbung des Albinismus. Albinos oder Kakerlaken nennt man ſolche Individuen, welche ſich durch Mangel der Farbſtoffe oder Pigmente in der Haut auszeichnen. Solche kommen bei Menſchen, Thieren und Pflanzen ſehr verbreitet vor. Bei Thieren, welche eine beſtimmte dunkle Farbe haben, werden nicht ſelten einzelne Individuen geboren, welche der Farbe gänzlich entbehren, und bei den mit Augen verſehenen Thieren iſt dieſer Pigmentmangel auch auf die Augen ausgedehnt, ſo daß die gewöhnlich lebhaft oder dunkel gefärbte Regenbogenhaut oder Iris des Auges farblos iſt, aber wegen der durchſchimmernden Blutgefäße roth erſcheint. Bei manchen Thieren, z. B. den Kaninchen, Mäuſen, ſind ſolche Albinos mit weißem Fell und rothen Augen ſo beliebt, daß man ſie in großer Menge als beſondere Raſſe fortpflanzt. Dies wäre nicht möglich ohne das Geſetz der angepaßten Vererbung.

Welche von einem Organismus erworbene Abänderungen ſich auf ſeine Nachkommen übertragen werden, welche nicht, iſt von vornherein nicht zu beſtimmen, und wir kennen leider die beſtimmten Bedingungen nicht, unter denen die Vererbung erfolgt. Wir wiſſen nur im Allgemeinen, daß gewiſſe erworbene Eigenſchaften ſich viel leichter vererben als andere, z. B. als die durch Verwundung entſtehenden Verſtümmelungen. Dieſe letzteren werden in der Regel nicht erblich übertragen; ſonſt müßten die Deſcendenten von Menſchen, die ihre Arme oder Beine verloren haben, auch mit dem Mangel des entſprechenden Armes oder Beines geboren werden. Ausnahmen ſind aber auch hier vorhanden, und man hat z. B. eine ſchwanzloſe Hunderaſſe dadurch gezogen, daß man mehrere Generationen hindurch beiden Geſchlechtern des Hundes konſequent den Schwanz abſchnitt. Noch vor einigen Jahren kam hier in der Nähe von Jena auf einem Gute der Fall vor, daß beim unvorſichtigen Zuſchlagen des Stallthores einem Zuchtſtier der Schwanz an der Wurzel abgequetſcht wurde, und die von dieſem Stiere erzeugten Kälber wurden ſämmtlich ſchwanzlos geboren. Das iſt allerdings

eine Ausnahme. Es ist aber sehr wichtig, die Thatsache festzustellen, daß unter gewissen uns unbekannten Bedingungen auch solche gewaltsame Veränderungen erblich übertragen werden, in gleicher Weise wie viele Krankheiten.

In sehr vielen Fällen ist die Abänderung, welche durch angepaßte Vererbung übertragen und erhalten wird, angeboren, so bei dem vorher erwähnten Albinismus. Dann beruht die Abänderung auf derjenigen Form der Anpassung, welche wir die indirekte oder potentielle nennen. Ein sehr auffallendes Beispiel dafür liefert das hornlose Rindvieh von Paraguay in Südamerika. Daselbst wird eine besondere Rindviehrasse gezogen, die ganz der Hörner entbehrt. Sie stammt von einem einzigen Stiere ab, welcher im Jahre 1770 von einem gewöhnlichen gehörnten Elternpaare geboren wurde, und bei welchem der Mangel der Hörner durch irgend welche unbekannte Ursache veranlaßt worden war. Alle Nachkommen dieses Stieres, welche er mit einer gehörnten Kuh erzeugte, entbehrten der Hörner vollständig. Man fand diese Eigenschaft vortheilhaft, und indem man die ungehörnten Rinder unter einander fortpflanzte, erhielt man eine hornlose Rindviehrasse, welche gegenwärtig die gehörnten Rinder in Paraguay fast verdrängt hat. Ein ähnliches Beispiel liefern die nordamerikanischen Otterschafe. Im Jahre 1791 lebte in Massachusetts in Nordamerika ein Landwirth, Seth Wright mit Namen. In seiner wohlgebildeten Schafheerde wurde auf einmal ein Lamm geboren, welches einen auffallend langen Leib und ganz kurze und krumme Beine hatte. Es konnte daher keine großen Sprünge machen und namentlich nicht über den Zaun in des Nachbars Garten springen, eine Eigenschaft, welche dem Besitzer wegen der Abgrenzung des dortigen Gebiets durch Hecken sehr vortheilhaft erschien. Er kam also auf den Gedanken, diese Eigenschaft auf die Nachkommen zu übertragen, und in der That erzeugte er durch Kreuzung dieses Schafbocks mit wohlgebildeten Mutterschafen eine ganze Rasse von Schafen, die alle die Eigenschaften des Vaters hatten, kurze und gekrümmte Beine und einen langen Leib. Sie konnten alle

nicht über die Hecken ſpringen, und wurden deshalb in Maſſachuſetts damals ſehr beliebt und verbreitet.

Ein zweites Geſetz, welches ebenfalls unter die Reihe der progreſſiven oder fortſchreitenden Vererbung gehört, können wir das Geſetz der befeſtigten oder konſtituirten Vererbung nennen. Daſſelbe äußert ſich darin, daß Eigenſchaften, die von einem Organismus während ſeines individuellen Lebens erworben wurden, um ſo ſicherer auf ſeine Nachkommen erblich übertragen werden, je längere Zeit hindurch die Urſachen jener Abänderung einwirkten, und daß dieſe Abänderung um ſo ſicherer Eigenthum auch aller folgenden Generationen wird, je längere Zeit hindurch auch auf dieſe die abändernde Urſache einwirkt. Die durch Anpaſſung oder Abänderung neu erworbene Eigenſchaft muß in der Regel erſt bis zu einem gewiſſen Grade befeſtigt oder konſtituirt ſein, ehe mit Wahrſcheinlichkeit darauf zu rechnen iſt, daß ſich dieſelbe auch auf die Nachkommenſchaft erblich überträgt. In dieſer Beziehung verhält ſich die Vererbung ähnlich wie die Anpaſſung. Je längere Zeit hindurch eine neuerworbene Eigenſchaft bereits durch Vererbung übertragen iſt, deſto ſicherer wird ſie auch in den kommenden Generationen ſich erhalten. Wenn alſo z. B. ein Gärtner durch methodiſche Behandlung eine neue Aepfelſorte gezüchtet hat, ſo kann er um ſo ſicherer darauf rechnen, die erwünſchte Eigenthümlichkeit dieſer Sorte zu erhalten, je länger er dieſelbe bereits vererbt hat. Daſſelbe zeigt ſich deutlich in der Vererbung von Krankheiten. Je länger bereits in einer Familie Schwindſucht oder Wahnſinn erblich iſt, deſto tiefer gewurzelt iſt das Uebel, deſto wahrſcheinlicher werden auch alle folgenden Generationen davon ergriffen werden.

Endlich können wir die Betrachtung der Erblichkeitserſcheinungen ſchließen mit den beiden ungemein wichtigen Geſetzen der gleichörtlichen und der gleichzeitlichen Vererbung. Wir verſtehen darunter die Thatſache, daß Veränderungen, welche von einem Organismus während ſeines Lebens erworben und erblich auf ſeine Nachkommen übertragen wurden, bei dieſen an derſelben Stelle des Körpers hervor-

treten, an welcher der elterliche Organismus zuerst von ihnen betroffen wurde, und daß sie bei den Nachkommen auch im gleichen Lebensalter erscheinen, wie bei dem ersteren.

Das Gesetz der gleichzeitlichen oder homochronen Vererbung, welches Darwin das Gesetz der „Vererbung in korrespondirendem Lebensalter" nennt, läßt sich wiederum sehr deutlich an der Vererbung von Krankheiten nachweisen, zumal von solchen, die wegen ihrer Erblichkeit sehr verderblich werden. Diese treten im kindlichen Organismus in der Regel zu einer Zeit auf, welche derjenigen entspricht, in welcher der elterliche Organismus die Krankheit erwarb. Erbliche Erkrankungen der Lunge, der Leber, der Zähne, des Gehirns, der Haut u. s. w. erscheinen bei den Nachkommen gewöhnlich in der gleichen Zeit oder nur wenig früher, als sie beim elterlichen Organismus eintraten, oder von diesem überhaupt erworben wurden. Das Kalb bekommt seine Hörner in demselben Lebensalter wie seine Eltern. Ebenso erhält das junge Hirschkalb sein Geweih in derselben Lebenszeit, in welcher es bei seinem Vater und Großvater hervorgesproßt war. Bei jeder der verschiedenen Weinsorten reifen die Trauben zur selben Zeit, wie bei ihren Voreltern. Bekanntlich ist diese Reifezeit bei den verschiedenen Sorten sehr verschieden; da aber alle von einer einzigen Art abstammen, ist diese Verschiedenheit von den Stammeltern der einzelnen Sorten erst erworben worden und hat sich dann erblich fortgepflanzt.

Das Gesetz der gleichörtlichen oder homotopen Vererbung endlich, welches mit dem letzterwähnten Gesetze im engsten Zusammenhange steht, und welches man auch „das Gesetz der Vererbung an korrespondirender Körperstelle" nennen könnte, läßt sich wiederum in pathologischen Erblichkeitsfällen sehr deutlich erkennen. Große Muttermale z. B. oder Pigmentanhäufungen an einzelnen Hautstellen, ebenso Geschwülste der Haut, erscheinen oft Generationen hindurch nicht allein in demselben Lebensalter, sondern auch an derselben Stelle der Haut. Ebenso ist übermäßige Fettentwickelung an einzelnen Körperstellen erblich. Eigentlich aber sind für dieses

Geſetz, wie für das vorige, zahlloſe Beiſpiele überall in der Embryologie zu finden. *Sowohl das Geſetz der gleichzeitlichen als das Geſetz der gleichörtlichen Vererbung ſind Grundgeſetze der Embryologie oder Ontogenie.* Denn wir erklären uns durch dieſe Geſetze die merkwürdige Thatſache, daß die verſchiedenen auf einander folgenden Formzuſtände während der individuellen Entwickelung in allen Generationen einer und derſelben Art ſtets in derſelben Reihenfolge auftreten, und daß die Umbildungen des Körpers immer an denſelben Stellen erfolgen. Dieſe ſcheinbar einfache und ſelbſtverſtändliche Erſcheinung iſt doch überaus wunderbar und merkwürdig; wir können die näheren Urſachen derſelben nicht erklären, aber mit Sicherheit behaupten, daß ſie auf der unmittelbaren Uebertragung der organiſchen Materie vom elterlichen auf den kindlichen Organismus beruhen, wie wir es im Vorigen für den Vererbungsprozeß im Allgemeinen aus den Thatſachen der Fortpflanzung nachgewieſen haben.

Nachdem wir ſo die wichtigſten Vererbungsgeſetze hervorgehoben haben, wenden wir uns zur zweiten Reihe der Erſcheinungen, welche bei der natürlichen Züchtung in Betracht kommen, nämlich zu denen der Anpaſſung oder Abänderung. Dieſe Erſcheinungen ſtehen, im Großen und Ganzen betrachtet, in einem gewiſſen Gegenſatze zu den Vererbungserſcheinungen, und die Schwierigkeit, welche die Betrachtung beider darbietet, beſteht zunächſt darin, daß beide ſich auf das Vollſtändigſte durchkreuzen und verweben. Daher ſind wir nur ſelten im Stande, bei den Formveränderungen, die unter unſern Augen geſchehen, mit Sicherheit zu ſagen, wieviel davon auf die Vererbung, wieviel auf die Abänderung zu beziehen iſt. Alle Formcharaktere, durch welche ſich die Organismen unterſcheiden, ſind entweder durch die Vererbung oder durch die Anpaſſung verurſacht; da aber beide Funktionen beſtändig in Wechſelwirkung zu einander ſtehen, iſt es für den Syſtematiker außerordentlich ſchwer, den Antheil jeder der beiden Funktionen an der ſpeciellen Bildung der einzelnen Formen zu erkennen. Dies iſt gegenwärtig um ſo ſchwieriger, als man ſich noch kaum der ungeheuren Bedeutung dieſer That-

sache bewußt geworden ist, und als die meisten Naturforscher die Theorie der Anpassung, ebenso wie die der Vererbung vernachlässigt haben. Die soeben aufgestellten Vererbungsgesetze, wie die sogleich anzuführenden Gesetze der Anpassung, bilden gewiß nur einen kleinen Bruchtheil der vorhandenen, meist noch nicht untersuchten Erscheinungen dieses Gebietes; und da jedes dieser Gesetze mit jedem anderen in Wechselbeziehung treten kann, so geht daraus die unendliche Verwickelung von physiologischen Thätigkeiten hervor, die bei der Formbildung der Organismen in der That wirksam sind.

Was nun die Erscheinung der Abänderung oder Anpassung im Allgemeinen betrifft, so müssen wir dieselbe, ebenso wie die Thatsache der Vererbung, als eine ganz allgemeine physiologische Grundeigenschaft aller Organismen ohne Ausnahme hinstellen, als eine Lebensäußerung, welche von dem Begriffe des Organismus gar nicht zu trennen ist. Streng genommen müssen wir auch hier, wie bei der Vererbung, zwischen der Anpassung selbst und der Anpassungsfähigkeit unterscheiden. Unter *Anpassung* (Adaptatio) oder *Abänderung* (Variatio) verstehen wir die *Thatsache*, daß der Organismus in Folge von Einwirkungen der umgebenden Außenwelt gewisse neue Eigenthümlichkeiten in seiner Lebensthätigkeit, Mischung und Form annimmt, welche er nicht von seinen Eltern geerbt hat; diese *erworbenen* individuellen Eigenschaften stehen den *ererbten* gegenüber, welche seine Eltern und Voreltern auf ihn übertragen haben. Dagegen nennen wir *Anpassungsfähigkeit* (Adaptabilitas) oder *Veränderlichkeit* (Variabilitas) die allen Organismen inne wohnende *Fähigkeit*, derartige neue Eigenschaften unter dem Einflusse der Außenwelt zu erwerben. (Gen. Morph. II, 191.)

Die unleugbare Thatsache der organischen Anpassung oder Abänderung ist allbekannt, und an tausend uns umgebenden Erscheinungen jeden Augenblick wahrzunehmen. Allein gerade deshalb, weil die Erscheinungen der Abänderung durch äußere Einflüsse selbstverständlich erscheinen, hat man dieselben bisher noch fast gar nicht einer genaueren wissenschaftlichen Untersuchung unterzogen. Es ge-

hören dahin alle Erſcheinungen, welche wir als die Folgen der Angewöhnung und Abgewöhnung, der Uebung und Nichtübung betrachten, oder als die Folgen der Dreſſur, der Erziehung, der Acclimatiſation, der Gymnaſtik u. ſ. w. Auch viele bleibende Veränderungen durch krankmachende Urſachen, viele Krankheiten ſind weiter nichts als gefährliche Anpaſſungen des Organismus an verderbliche Lebensbedingungen. Bei den Kulturpflanzen und Hausthieren tritt die Erſcheinung der Abänderung ſo auffallend und mächtig hervor, daß eben darauf der Thierzüchter und Gärtner ſeine ganze Thätigkeit gründet, oder vielmehr auf die Wechſelbeziehung, in welche er dieſe Erſcheinungen mit denen der Vererbung ſetzt. Ebenſo iſt es bei den Pflanzen und Thieren im wilden Zuſtande allbekannt, daß ſie abändern oder variiren. Jede ſyſtematiſche Bearbeitung einer Thier- oder Pflanzengruppe müßte, wenn ſie ganz vollſtändig und erſchöpfend ſein wollte, bei jeder einzelnen Art eine Menge von Abänderungen anführen, welche mehr oder weniger von der herrſchenden oder typiſchen Hauptform der Species abweichen. In der That finden Sie in jedem genauer gearbeiteten ſyſtematiſchen Specialwerk bei den meiſten Arten eine Anzahl von ſolchen Variationen oder Umbildungen angeführt, welche bald als individuelle Abweichungen, bald als ſogenannte Spielarten, Raſſen, Varietäten, Abarten oder Unterarten bezeichnet werden, und welche oft außerordentlich weit ſich von der Stammart entfernen, lediglich durch die Anpaſſung des Organismus an die äußern Lebensbedingungen.

Wenn wir nun zunächſt die allgemeinen Urſachen dieſer Anpaſſungserſcheinungen zu ergründen ſuchen, ſo kommen wir zu dem Reſultate, daß dieſelben in Wirklichkeit ſo einfach ſind, als die Urſachen der Erblichkeitserſcheinungen. Wie wir für die Vererbungsthatſachen die Fortpflanzung als allgemeine Grundurſache nachgewieſen, die Uebertragung der elterlichen Materie auf den kindlichen Körper, ſo können wir für die Thatſachen der Anpaſſung oder Abänderung, als die allgemeine Grundurſache, die phyſiologiſche Thätigkeit der Ernährung oder des Stoffwechſels hinſtellen. Wenn ich hier die „Ernährung“ als Grundurſache der Abänderung und Anpaſſung an

führe, so nehme ich dieses Wort im weitesten Sinne, und verstehe darunter die gesammten materiellen Veränderungen, welche der Organismus in allen seinen Theilen durch die Einflüsse der ihn umgebenden Außenwelt erleidet. Es gehört also zur Ernährung nicht allein die Aufnahme der wirklich nährenden Stoffe und der Einfluß der verschiedenartigen Nahrung, sondern auch z. B. die Einwirkung des Wassers und der Atmosphäre, der Einfluß des Sonnenlichts, der Temperatur und aller derjenigen meteorologischen Erscheinungen, welche man unter dem Begriff „Klima" zusammenfaßt. Auch der mittelbare und unmittelbare Einfluß der Bodenbeschaffenheit und des Wohnorts gehört hierher, ferner der äußerst wichtige und vielseitige Einfluß, welchen die umgebenden Organismen, die Freunde und Nachbarn, die Feinde und Räuber, die Schmarotzer oder Parasiten u. s. w. auf jedes Thier und auf jede Pflanze ausüben. Alle diese und noch viele andere höchst wichtige Einwirkungen, welche alle den Organismus mehr oder weniger in seiner materiellen Zusammensetzung verändern, müssen hier beim Stoffwechsel in Betracht gezogen werden. Demgemäß wird die Anpassung die Folge aller jener materiellen Veränderungen sein, welche die äußeren Existenz-Bedingungen, die Einflüsse der umgebenden Außenwelt im Stoffwechsel des Organismus hervorbringen.

Wie sehr jeder Organismus von seiner gesammten äußeren Umgebung abhängt und durch deren Wechsel verändert wird, ist Ihnen Allen im Allgemeinen bekannt. Denken Sie bloß daran, wie die menschliche Thatkraft von der Temperatur der Luft abhängig ist, oder die Gemüthsstimmung von der Farbe des Himmels. Je nachdem der Himmel wolkenlos und sonnig ist, oder mit trüben, schweren Wolken bedeckt, ist unsere Stimmung heiter oder trübe. Wie anders empfinden und denken wir im Walde während einer stürmischen Winternacht und während eines heitern Sommertages! Alle diese verschiedenen Stimmungen unserer Seele beruhen auf rein materiellen Veränderungen unseres Gehirns, auf molekularen Plasma-Bewegungen, welche mittelst der Sinne durch die verschiedene Einwirkung des Lichtes, der Wärme, der Feuchtigkeit u. s. w. hervorgebracht werden. „Wir sind ein Spiel von jedem Druck der Luft!"

Nicht minder wichtig und tiefgreifend ſind die Einwirkungen, welche unſer Geiſt und unſer Körper durch die verſchiedene Qualität und Quantität der Nahrungsmittel im engeren Sinne erfährt. Unſere Geiſtesarbeit, die Thätigkeit unſeres Verſtandes und unſerer Phantaſie iſt gänzlich verſchieden, je nachdem wir vor und während derſelben Thee und Kaffee, oder Wein und Bier genoſſen haben. Unſere Stimmungen, Wünſche und Gefühle ſind ganz anders, wenn wir hungern und wenn wir geſättigt ſind. Der Nationalcharakter der Engländer und der Gauchos in Südamerika, welche vorzugsweiſe von Fleiſch, von ſtickſtoffreicher Nahrung leben, iſt gänzlich verſchieden von demjenigen der kartoffeleſſenden Irländer und der reisеſſenden Chineſen, welche vorwiegend ſtickſtoffloſe Nahrung genießen. Auch lagern die letzteren viel mehr Fett ab, als die erſteren. Hier wie überall gehen die Veränderungen des Geiſtes mit entſprechenden Umbildungen des Körpers Hand in Hand; beide ſind durch rein materielle Urſachen bedingt. Ganz ebenſo wie der Menſch, werden aber auch alle anderen Organismen durch die verſchiedenen Einflüſſe der Ernährung abgeändert und umgebildet. Ihnen Allen iſt bekannt, daß wir ganz willkürlich die Form, Größe, Farbe u. ſ. w. bei unſeren Kulturpflanzen und Hausthieren durch Veränderung der Nahrung abändern können, daß wir z. B. einer Pflanze ganz beſtimmte Eigenſchaften nehmen oder geben können, je nachdem wir ſie einem größeren oder geringeren Grade von Sonnenlicht und Feuchtigkeit ausſetzen. Da dieſe Erſcheinungen ganz allgemein verbreitet und bekannt ſind, und wir ſogleich zur Betrachtung der verſchiedenen Anpaſſungsgeſetze übergehen werden, wollen wir uns hier nicht länger bei den allgemeinen Thatſachen der Abänderung aufhalten.

Gleichwie die verſchiedenen Vererbungsgeſetze ſich naturgemäß in die beiden Reihen der konſervativen und der progreſſiven Vererbung ſondern laſſen, ſo kann man unter den Anpaſſungsgeſetzen ebenfalls zwei verſchiedene Reihen unterſcheiden, nämlich erſtens die Reihe der indirekten oder mittelbaren, und zweitens die Reihe der direkten oder unmittelbaren Anpaſſungsgeſetze. Letztere kann man auch als aktuelle, erſtere als potentielle Anpaſſungsgeſetze bezeichnen.

Die erste Reihe, welche die Erscheinungen der unmittelbaren oder indirekten (potentiellen) Anpassung umfaßt, ist im Ganzen bis jetzt sehr wenig berücksichtigt worden, und es bleibt das Verdienst Darwin's, auf diese Reihe von Veränderungen ganz besonders hingewiesen zu haben. Es ist etwas schwierig, diesen Gegenstand gehörig klar darzustellen; ich werde versuchen, Ihnen denselben nachher durch Beispiele deutlich zu machen. Ganz allgemein ausgedrückt besteht die indirekte oder potentielle Anpassung in der Thatsache, daß gewisse Veränderungen im Organismus, welche durch den Einfluß der Nahrung (im weitesten Sinne) und überhaupt der äußeren Existenzbedingungen bewirkt werden, nicht in der individuellen Formbeschaffenheit des betroffenen Organismus selbst, sondern in derjenigen seiner Nachkommen sich äußern und in die Erscheinung treten. So wird namentlich bei den Organismen, welche sich auf geschlechtlichem Wege fortpflanzen, das Reproduktionssystem oder der Geschlechtsapparat oft durch äußere Wirkungen, welche im Uebrigen den Organismus wenig berühren, dergestalt beeinflußt, daß die Nachkommenschaft desselben eine ganz veränderte Bildung zeigt. Sehr auffällig kann man das an den künstlich erzeugten Monstrositäten sehen. Man kann Monstrositäten oder Mißgeburten dadurch erzeugen, daß man den elterlichen Organismus einer bestimmten, außerordentlichen Lebensbedingung unterwirft. Diese ungewohnte Lebensbedingung erzeugt aber nicht eine Veränderung des Organismus selbst, sondern eine Veränderung seiner Nachkommen. Man kann das nicht als Vererbung bezeichnen, weil ja nicht eine im elterlichen Organismus vorhandene Eigenschaft als solche erblich auf die Nachkommen übertragen wird. Vielmehr tritt eine Abänderung, welche den elterlichen Organismus betraf, aber nicht wahrnehmbar afficirte, erst in der eigenthümlichen Bildung seiner Nachkommen wirksam zu Tage. Bloß der Anstoß zu dieser neuen Bildung wird durch das Ei der Mutter oder durch den Samenfaden des Vaters bei der Fortpflanzung übertragen. Die Neubildung ist im elterlichen Organismus bloß der Möglichkeit nach (potentia) vorhanden; im kindlichen wird sie zur Wirklichkeit (actu).

Während man dieſe ſehr wichtige und ſehr allgemeine Erſcheinung bisher ganz vernachläſſigt hatte, war man geneigt, alle wahrnehmbaren Abänderungen und Umbildungen der organiſchen Formen als Anpaſſungserſcheinungen der zweiten Reihe zu betrachten, derjenigen der unmittelbaren oder direkten (aktuellen) Anpaſſung. Das Weſen dieſer Anpaſſungsgeſetze liegt darin, daß die den Organismus betreffende Veränderung (in der Ernährung u. ſ. w.) bereits in deſſen eigener Umbildung und nicht erſt in derjenigen ſeiner Nachkommen ſich äußert. Hierher gehören alle die bekannten Erſcheinungen, bei denen wir den umgeſtaltenden Einfluß des Klimas, der Nahrung, der Erziehung, Dreſſur u. ſ. w. unmittelbar an den betroffenen Individuen ſelbſt in ſeiner Wirkung verfolgen können.

Wie die beiden Erſcheinungsreihen der konſervativen und der progreſſiven Vererbung trotz ihres prinzipiellen Unterſchiedes vielfach in einander greifen und ſich gegenſeitig modificiren, vielfach zuſammenwirken und ſich durchkreuzen, ſo gilt das in noch höherem Maße von den beiden entgegengeſetzten und doch innig zuſammenhängenden Erſcheinungsreihen der indirekten und der direkten Anpaſſung. Einige Naturforſcher, namentlich Darwin und Carl Vogt, ſchreiben den indirekten oder potentiellen Anpaſſungen eine viel bedeutendere oder ſelbſt eine faſt ausſchließliche Wirkſamkeit zu. Die Mehrzahl der Naturforſcher aber war bisher geneigt, umgekehrt das Hauptgewicht auf die Wirkung der direkten oder aktuellen Anpaſſungen zu legen. Ich halte dieſen Streit vorläufig für ziemlich unnütz. Nur ſelten ſind wir in der Lage, im einzelnen Abänderungsfalle beurtheilen zu können, wieviel davon auf Rechnung der direkten, wieviel auf Rechnung der indirekten Anpaſſung kömmt. Wir kennen im Ganzen dieſe außerordentlich wichtigen und verwickelten Verhältniſſe noch viel zu wenig, und können daher nur im Allgemeinen die Behauptung aufſtellen, daß die Umbildung der organiſchen Formen entweder bloß der direkten, oder bloß der indirekten, oder endlich drittens dem Zuſammenwirken der direkten und der indirekten Anpaſſung zuzuſchreiben iſt.

Zehnter Vortrag.

Anpaſſungsgeſetze.

Geſetze der indirekten oder potentiellen Anpaſſung. Individuelle Anpaſſung. Monſtröſe oder ſprungweiſe Anpaſſung. Geſchlechtliche oder ſexuelle Anpaſſung. Geſetze der direkten oder aktuellen Anpaſſung. Allgemeine oder univerſelle Anpaſſung. Gehäufte oder cumulative Anpaſſung. Gehäufte Einwirkung der äußeren Exiſtenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Uebung und Gewohnheit. Wechſelbezügliche oder korrelative Anpaſſung. Wechſelbeziehungen der Entwickelung. Korrelation der Organe. Erklärung der indirekten oder potentiellen Anpaſſung durch die Korrelation der Geſchlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpaſſung. Unbeſchränkte oder unendliche Anpaſſung.

Meine Herren! Die Erſcheinungen der Anpaſſung oder Abänderung, welche in Verbindung und in Wechſelwirkung mit den Vererbungserſcheinungen die ganze unendliche Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen hervorbringen, hatten wir im letzten Vortrage in zwei verſchiedene Gruppen gebracht, erſtens die Reihe der indirekten oder potentiellen und zweitens die Reihe der direkten oder aktuellen Anpaſſungen. Wir wenden uns nun heute zu einer näheren Betrachtung der verſchiedenen allgemeinen Geſetze, welche wir unter dieſen beiden Reihen von Abänderungserſcheinungen zu erkennen im Stande ſind. Laſſen Sie uns zunächſt die merkwürdigen und ſehr wichtigen, obwohl bisher ſehr vernachläſſigten Erſcheinungen der indirekten oder mittelbaren Abänderung in's Auge faſſen.

Die indirekte oder potentielle Anpaſſung äußert ſich, wie Sie ſich erinnern werden, in der auffallenden und äußerſt wichtigen Thatſache, daß die organiſchen Individuen Umbildungen erleiden und neue Formen annehmen in Folge von Ernährungsveränderungen, welche nicht ſie ſelbſt, ſondern ihren elterlichen Organismus betrafen. Der umgeſtaltende Einfluß der äußeren Exiſtenzbedingungen, des Klimas, der Nahrung ꝛc. äußert hier ſeine Wirkung nicht direkt, in der Umbildung des Organismus ſelbſt, ſondern indirekt, in derjenigen ſeiner Nachkommen (Gen. Morph. II, 202).

Als das oberſte und allgemeinſte von den Geſetzen der indirekten Abänderung können wir das Geſetz der individuellen Anpaſſung hinſtellen, nämlich den wichtigen Satz, daß alle organiſchen Individuen von Anbeginn ihrer individuellen Exiſtenz an ungleich, wenn auch oft höchſt ähnlich ſind. Zum Beweis dieſes Satzes können wir zunächſt auf die Thatſache hinweiſen, daß beim Menſchen allgemein alle Geſchwiſter, alle Kinder eines Elternpaares von Geburt an ungleich ſind. Es wird Niemand behaupten, daß zwei Geſchwiſter bei der Geburt noch vollkommen gleich ſind, daß die Größe aller einzelnen Körpertheile, die Zahl der Kopfhaare, der Oberhautzellen, der Blutzellen in beiden Geſchwiſtern ganz gleich ſei, daß beide dieſelben Anlagen und Talente mit auf die Welt gebracht haben. Ganz beſonders beweiſend für dieſes Geſetz der individuellen Verſchiedenheit iſt aber die Thatſache, daß bei denjenigen Thieren, welche mehrere Junge werfen, z. B. bei den Hunden und Katzen, alle Jungen eines jeden Wurfes von einander verſchieden ſind, bald durch geringere, bald durch auffallendere Differenzen in der Größe, Färbung, Länge der einzelnen Körpertheile, Stärke u. ſ. w. Nun gilt aber dieſes Geſetz ganz allgemein. Alle organiſchen Individuen ſind von Anfang an durch gewiſſe, wenn auch oft höchſt feine Unterſchiede ausgezeichnet und die Urſache dieſer individuellen Unterſchiede, wenn auch im Einzelnen uns gewöhnlich ganz unbekannt, liegt theilweiſe oder ausſchließlich in gewiſſen Einwirkungen, welche die Fortpflanzungsorgane des elterlichen Organismus erfahren haben.

Weniger wichtig und allgemein, als dieſes Geſetz der individuellen Abänderung, iſt ein zweites Geſetz der indirekten Anpaſſung, welches wir das Geſetz der monſtröſen oder ſprungweiſen Anpaſſung nennen wollen. Hier ſind die Abweichungen des kindlichen Organismus von der elterlichen Form ſo auffallend, daß wir ſie in der Regel als Mißgeburten oder Monſtroſitäten bezeichnen können. Dieſe werden in vielen Fällen, wie es durch Experimente nachgewieſen iſt, dadurch erzeugt, daß man den elterlichen Organismus einer beſtimmten Behandlung unterwirft, in eigenthümliche Ernährungsverhältniſſe verſetzt, z. B. Luft und Licht ihm entzieht oder andere auf ſeine Ernährung mächtig einwirkende Einflüſſe in beſtimmter Weiſe abändert. Die neue Exiſtenzbedingung bewirkt eine ſtarke und auffallende Abänderung der Geſtalt, aber nicht an dem unmittelbar davon betroffenen Organismus, ſondern erſt an deſſen Nachkommenſchaft. Die Art und Weiſe dieſer Einwirkung im Einzelnen zu erkennen, iſt uns auch hier nicht möglich, und wir können nur ganz im Allgemeinen den urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen der monſtröſen Bildung des Kindes und einer gewiſſen Veränderung in den Exiſtenzbedingungen ſeiner Eltern, ſowie deren Einfluß auf die Fortpflanzungsorgane der letzteren, feſtſtellen. In dieſe Reihe der monſtröſen oder ſprungweiſen Abänderungen gehören wahrſcheinlich die früher erwähnten Erſcheinungen des Albinismus, ſowie die einzelnen Fälle von Menſchen mit ſechs Fingern und Zehen, von ungehörnten Rindern, ſowie von Schafen und Ziegen mit vier oder ſechs Hörnern. Wahrſcheinlich verdankt in allen dieſen Fällen die monſtröſe Abänderung ihre Entſtehung einer Urſache, welche zunächſt nur das Reproduktionsſyſtem des elterlichen Organismus, das Ei der Mutter oder das Sperma des Vaters afficirte.

Als eine dritte eigenthümliche Aeußerung der indirekten Anpaſſung können wir das Geſetz der geſchlechtlichen oder ſexuellen Anpaſſung bezeichnen. So nennen wir die merkwürdige Thatſache, daß beſtimmte Einflüſſe, welche auf die männlichen Fortpflanzungsorgane einwirken, nur in der Formbildung der männlichen Nach-

kommen, und ebenſo andere Einflüſſe, welche die weiblichen Geſchlechtsorgane betreffen, nur in der Geſtaltveränderung der weiblichen Nachkommen ihre Wirkung äußern. Dieſe merkwürdige Erſcheinung iſt noch ſehr dunkel und wenig beachtet, wahrſcheinlich aber von großer Bedeutung für die Entſtehung der früher betrachteten „ſekundären Sexualcharaktere".

Alle die angeführten Erſcheinungen der geſchlechtlichen, der ſprungweiſen und der individuellen Anpaſſung, welche wir als „Geſetze der indirekten oder mittelbaren (potentiellen) Anpaſſung" zuſammenfaſſen können, ſind uns in ihrem eigentlichen Weſen, in ihrem tieferen urſächlichen Zuſammenhang noch äußerſt wenig bekannt. Nur ſoviel läßt ſich ſchon jetzt mit Sicherheit behaupten, daß ſehr zahlreiche und wichtige Umbildungen der organiſchen Formen dieſem Vorgange ihre Entſtehung verdanken. Viele und auffallende Formveränderungen ſind lediglich bedingt durch Urſachen, welche zunächſt nur auf die Ernährung des elterlichen Organismus und zwar auf deſſen Fortpflanzungsorgane einwirkten. Offenbar ſind hierbei die wichtigen Wechſelbeziehungen, in denen die Geſchlechtsorgane zu den übrigen Körpertheilen ſtehen, von der größten Bedeutung. Von dieſen werden wir ſogleich bei dem Geſetze der wechſelbezüglichen Anpaſſung noch mehr zu ſagen haben. Wie mächtig überhaupt Veränderungen in den Lebensbedingungen, in der Ernährung auf die Fortpflanzung der Organismen einwirken, beweiſt allein ſchon die merkwürdige Thatſache, daß zahlreiche wilde Thiere, die wir in unſeren zoologiſchen Gärten halten, und ebenſo viele in unſere botaniſchen Gärten verpflanzte exotiſche Gewächſe nicht mehr im Stande ſind, ſich fortzupflanzen, ſo z. B. die meiſten Raubvögel, Papageyen und Affen. Auch der Elephant und die bärenartigen Raubthiere werfen in der Gefangenſchaft faſt niemals Junge. Ebenſo werden viele Pflanzen im Kulturzuſtande unfruchtbar. Es erfolgt zwar die Verbindung der beiden Geſchlechter, aber keine Befruchtung oder keine Entwickelung der befruchteten Keime. Hieraus ergiebt ſich unzweifelhaft, daß die durch den Kulturzuſtand veränderte Ernährungsweiſe

die Fortpflanzungsfähigkeit gänzlich aufzuheben, also den größten Einfluß auf die Geschlechtsorgane auszuüben im Stande ist. Ebenso können andere Anpassungen oder Ernährungsveränderungen des elterlichen Organismus zwar nicht den gänzlichen Ausfall der Nachkommenschaft, wohl aber bedeutende Umbildungen in deren Form veranlassen.

Viel bekannter als die Erscheinungen der indirekten oder potentiellen Anpassung sind diejenigen der direkten oder aktuellen Anpassung, zu deren näherer Betrachtung wir uns jetzt wenden. Es gehören hierher alle diejenigen Abänderungen der Organismen, welche man als die Folgen der Uebung, Gewohnheit, Dressur, Erziehung u. s. w. betrachtet, ebenso diejenigen Umbildungen der organischen Formen, welche unmittelbar durch den Einfluß der Nahrung, des Klimas und anderer äußerer Existenzbedingungen bewirkt werden. Wie schon vorher bemerkt, tritt hier bei der direkten oder unmittelbaren Anpassung der umbildende Einfluß der äußeren Ursache unmittelbar in der Form des betroffenen Organismus selbst, und nicht erst in derjenigen seiner Nachkommenschaft wirksam zu Tage (Gen. Morph. II, 207).

Unter den verschiedenen Gesetzen der direkten oder aktuellen Anpassung können wir als das oberste und umfassendste das Gesetz der allgemeinen oder universellen Anpassung an die Spitze stellen. Dasselbe läßt sich kurz in dem Satze aussprechen: „Alle organischen Individuen werden im Laufe ihres Lebens durch Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen einander ungleich, obwohl die Individuen einer und derselben Art sich meistens sehr ähnlich bleiben.“ Eine gewisse Ungleichheit der organischen Individuen wurde, wie Sie sahen, schon durch das Gesetz der individuellen (indirekten) Anpassung bedingt. Allein diese ursprüngliche Ungleichheit der Einzelwesen wird späterhin dadurch noch gesteigert, daß jedes Individuum sich während seines selbstständigen Lebens seinen eigenthümlichen Existenzbedingungen unterwirft und anpaßt. Alle verschiedenen Einzelwesen einer jeden Art, so ähnlich sie in ihren ersten

Lebensstadien auch sein mögen, werden im weitern Verlaufe der Existenz einander mehr oder minder ungleich. In geringeren oder bedeutenderen Eigenthümlichkeiten entfernen sie sich von einander, und das ist eine natürliche Folge der verschiedenen Bedingungen, unter denen alle Individuen leben. Es giebt nicht zwei einzelne Wesen irgend einer Art, die unter ganz gleichen äußeren Umständen ihr Leben vollbringen. Die Lebensbedingungen der Nahrung, der Feuchtigkeit, der Luft, des Lichtes, ferner die Lebensbedingungen der Gesellschaft, die Wechselbeziehungen zu den umgebenden Individuen derselben Art und anderer Arten, sind bei allen Einzelwesen verschieden; und diese Verschiedenheit wirkt zunächst auf die Funktionen, weiterhin auf die Formen jedes einzelnen Organismus umbildend ein. Wenn Geschwister einer menschlichen Familie schon von Anfang an gewisse individuelle Ungleichheiten zeigen, die wir als Folge der individuellen (indirekten) Anpassung betrachten können, so erscheinen uns dieselben noch weit mehr verschieden in späterer Lebenszeit, wo die einzelnen Geschwister verschiedene Erfahrungen durchgemacht, und sich verschiedenen Lebensverhältnissen angepaßt haben. Die ursprünglich angelegte Verschiedenheit des individuellen Entwickelungsganges wird offenbar um so größer, je länger das Leben dauert, je mehr verschiedenartige äußere Bedingungen auf die einzelnen Individuen Einfluß erlangen. Das können Sie am einfachsten an den Menschen selbst, sowie an den Hausthieren und Kulturpflanzen nachweisen, bei denen Sie willkührlich die Lebensbedingungen modificiren können. Zwei Brüder, von denen der eine zum Arbeiter, der andere zum Priester erzogen wird, entwickeln sich in körperlicher und geistiger Beziehung ganz verschieden; ebenso zwei Hunde eines und desselben Wurfes, von denen der eine zum Jagdhund, der andere zum Kettenhund erzogen wird. Dasselbe gilt aber auch von den organischen Individuen im Naturzustande. Wenn Sie z. B. in einem Kiefern- oder in einem Buchenwalde, der bloß aus Bäumen einer einzigen Art besteht, sorgfältig alle Bäume mit einander vergleichen, so finden Sie allemal, daß von allen hundert oder tausend Bäumen nicht

zwei Individuen in der Größe des Stammes und der einzelnen Theile, in der Zahl der Zweige, Blätter, Früchte u. ſ. w. völlig übereinſtimmen. Ueberall finden Sie individuelle Ungleichheiten, welche zum Theil wenigſtens bloß die Folge der verſchiedenen Lebensbedingungen ſind, unter denen ſich alle Bäume entwickelten. Freilich läßt ſich niemals mit Beſtimmtheit ſagen, wie viel von dieſer Ungleichheit aller Einzelweſen jeder Art urſprünglich (durch die indirekte individuelle Anpaſſung bedingt), wie viel davon erworben (durch die direkte univerſelle Anpaſſung bewirkt) ſein mag.

Nicht minder wichtig und allgemein als die univerſelle Anpaſſung iſt eine zweite Erſcheinungsreihe der direkten Anpaſſung, welche wir das Geſetz der gehäuften oder cumulativen Anpaſſung nennen können. Unter dieſem Namen faſſe ich eine große Anzahl von ſehr wichtigen Erſcheinungen zuſammen, die man gewöhnlich in zwei ganz verſchiedene Gruppen bringt. Man unterſcheidet in der Regel erſtens ſolche Veränderungen der Organismen, welche unmittelbar durch den anhaltenden Einfluß äußerer Bedingungen (durch die dauernde Einwirkung der Nahrung, des Klimas, der Umgebung u. ſ. w.) erzeugt werden, und zweitens ſolche Veränderungen, welche durch Gewohnheit und Uebung, durch Angewöhnung an beſtimmte Lebensbedingungen, durch Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe entſtehen. Dieſe letzteren Einflüſſe ſind insbeſondere von Lamarck als wichtige Urſachen der Umbildung der organiſchen Formen hervorgehoben, während man die erſteren ſchon ſehr lange in weiteren Kreiſen als ſolche anerkannt hat.

Die ſcharfe Unterſcheidung, welche man zwiſchen dieſen beiden Gruppen der gehäuften oder cumulativen Anpaſſung gewöhnlich macht, und welche auch Darwin noch ſehr hervorhebt, verſchwindet, ſobald man eingehender und tiefer über das eigentliche Weſen und den urſächlichen Grund der beiden ſcheinbar ſehr verſchiedenen Anpaſſungsreihen nachdenkt. Man gelangt dann zu der Ueberzeugung, daß man es in beiden Fällen immer mit zwei verſchiedenen wirkenden Urſachen zu thun hat, nämlich einerſeits mit der äußeren Einwirkung

oder Aktion der anpaſſend wirkenden Lebensbedingung, und andrerſeits mit der inneren Gegenwirkung oder Reaktion des Organismus, welcher ſich jener Lebensbedingung unterwirft und anpaßt. Wenn man die gehäufte Anpaſſung in erſterer Hinſicht für ſich betrachtet, indem man die umbildenden Wirkungen der andauernden äußeren Exiſtenzbedingungen auf dieſe letzteren allein bezieht, ſo legt man einſeitig das Hauptgewicht auf die äußere Einwirkung, und man vernachläſſigt die nothwendig eintretende innere Gegenwirkung des Organismus. Wenn man umgekehrt die gehäufte Anpaſſung einſeitig in der zweiten Richtung verfolgt, indem man die umbildende Selbſtthätigkeit des Organismus, ſeine Gegenwirkung gegen den äußeren Einfluß, ſeine Veränderung durch Uebung, Gewohnheit, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe hervorhebt, ſo vergißt man, daß dieſe Gegenwirkung oder Reaktion erſt durch die Einwirkung der äußeren Exiſtenzbedingung hervorgerufen wird. Es iſt alſo nur ein Unterſchied der Betrachtungsweiſe, auf welchem die Unterſcheidung jener beiden verſchiedenen Gruppen beruht, und ich glaube, daß man ſie mit vollem Rechte zuſammenfaſſen kann. Das Weſentlichſte bei dieſen gehäuften Anpaſſungserſcheinungen iſt immer, daß die Veränderung des Organismus, welche zunächſt in ſeiner Funktion und weiterhin in ſeiner Formbildung ſich äußert, entweder durch lange andauernde oder durch oft wiederholte Einwirkungen einer äußeren Urſache veranlaßt wird. Die kleinſte Urſache kann durch Häufung oder Cumulation ihrer Wirkung die größten Erfolge erzielen.

Die Beiſpiele für dieſe Art der direkten Anpaſſung ſind unendlich zahlreich. Wo Sie nur hineingreifen in das Leben der Thiere und Pflanzen, finden Sie überall einleuchtende und überzeugende Veränderungen dieſer Art vor Augen. Wir wollen hier zunächſt einige durch die Nahrung ſelbſt unmittelbar bedingte Anpaſſungserſcheinungen hervorheben. Jeder von Ihnen weiß, daß man die Hausthiere, die man für gewiſſe Zwecke züchtet, verſchieden umbilden kann durch die verſchiedene Quantität und Qualität der Nahrung, welche man ihnen darreicht. Wenn der Landwirth bei der Schafzucht ſeine Wolle

erzeugen will, ſo giebt er den Schafen anderes Futter, als wenn er gutes Fleiſch oder reichliches Fett erzielen will. Die auserleſenen Rennpferde und Luxuspferde erhalten beſſeres Futter, als die ſchweren Laſtpferde und Karrengaule. Die Körperform des Menſchen ſelbſt, der Grad der Fettablagerung z. B., iſt ganz verſchieden nach der Nahrung. Bei ſtickſtoffreicher Koſt wird wenig, bei ſtickſtoffarmer Koſt viel Fett abgelagert. Leute, die mit Hülfe der neuerdings beliebten Banting-Kur mager werden wollen, eſſen nur Fleiſch und Eier, kein Brod, keine Kartoffeln. Welche bedeutenden Veränderungen man an Kulturpflanzen hervorbringen kann, lediglich durch veränderte Quantität und Qualität der Nahrung, iſt allbekannt. Dieſelbe Pflanze erhält ein ganz anderes Ausſehen, wenn man ſie an einem trockenen, warmen Ort dem Sonnenlicht ausgeſetzt hält, oder wenn man ſie an einer kühlen, feuchten Stelle im Schatten hält. Viele Pflanzen bekommen, wenn man ſie an den Meeresſtrand verſetzt, nach einiger Zeit dicke, fleiſchige Blätter; und dieſelben Pflanzen, an ausnehmend trockene und heiße Standorte verſetzt, bekommen dünne, behaarte Blätter. Alle dieſe Formveränderungen entſtehen unmittelbar durch den gehäuften Einfluß der veränderten Nahrung.

Aber nicht nur die Quantität und Qualität der Nahrungsmittel wirkt mächtig verändernd und umbildend auf den Organismus ein, ſondern auch alle anderen äußeren Exiſtenzbedingungen, vor Allen die nächſte organiſche Umgebung, die Geſellſchaft von freundlichen oder feindlichen Organismen. Ein und derſelbe Baum entwickelt ſich ganz anders an einem offenen Standort, wo er von allen Seiten frei ſteht, als im Walde, wo er ſich den Umgebungen anpaſſen muß, wo er ringsum von den nächſten Nachbarn gedrängt und zum Emporſchießen gezwungen wird. Im erſten Fall wird die Krone weit ausgebreitet, im letzten dehnt ſich der Stamm in die Höhe und die Krone bleibt klein und gedrungen. Wie mächtig alle dieſe Umſtände, wie mächtig der feindliche oder freundliche Einfluß der umgebenden Organismen, der Paraſiten u. ſ. w. auf jedes Thier und jede Pflanze einwirken, iſt ſo bekannt, daß eine Anführung weiterer Beiſpiele

überflüſſig erſcheint. Die Veränderung der Form, die Umbildung, welche dadurch bewirkt wird, iſt niemals bloß die unmittelbare Folge des äußeren Einfluſſes, ſondern muß immer zurückgeführt werden auf die entſprechende Gegenwirkung, auf die Selbſtthätigkeit des Organismus, die man als Angewöhnung, Uebung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bezeichnet. Daß man dieſe letzteren Erſcheinungen in der Regel getrennt von der erſteren betrachtet, liegt erſtens an der ſchon hervorgehobenen einſeitigen Betrachtungsweiſe, und dann zweitens daran, daß man ſich eine ganz falſche Vorſtellung von dem Weſen und dem Einfluß der Willensthätigkeit bei den Thieren gebildet hatte.

Die Thätigkeit des Willens, welche der Angewöhnung, der Uebung, dem Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bei den Thieren zu Grunde liegt, iſt gleich jeder anderen Thätigkeit der thieriſchen Seele durch materielle Vorgänge im Centralnervenſyſtem bedingt, durch eigenthümliche Bewegungen, welche von der eiweißartigen Materie der Ganglienzellen und der mit ihnen verbundenen Nervenfaſern ausgehen. Der Wille der höheren Thiere iſt in dieſer Beziehung, ebenſo wie die übrigen Geiſtesthätigkeiten, von demjenigen des Menſchen nur quantitativ (nicht qualitativ) verſchieden. Der Wille des Thieres, wie des Menſchen iſt niemals frei. Das weitverbreitete Dogma von der Freiheit des Willens iſt naturwiſſenſchaftlich durchaus nicht haltbar. Jeder Phyſiologe, der die Erſcheinungen der Willensthätigkeit bei Menſchen und Thieren naturwiſſenſchaftlich unterſucht, kommt mit Nothwendigkeit zu der Ueberzeugung, daß der Wille eigentlich niemals frei, ſondern ſtets durch äußere oder innere Einflüſſe bedingt iſt. Dieſe Einflüſſe ſind größtentheils Vorſtellungen, die entweder durch Anpaſſung oder durch Vererbung erworben, und auf eine von dieſen beiden phyſiologiſchen Funktionen zurückführbar ſind. Sobald man ſeine eigene Willensthätigkeit ſtreng unterſucht, ohne das herkömmliche Vorurtheil von der Freiheit des Willens, ſo wird man gewahr, daß jede ſcheinbar freie Willenshandlung bewirkt wird durch vorhergehende Vorſtellungen, die entweder

in ererbten oder in anderweitig erworbenen Vorſtellungen wurzeln, und in letzter Linie alſo wiederum durch Anpaſſungs- oder Vererbungsgeſetze bedingt ſind. Daſſelbe gilt von der Willensthätigkeit aller Thiere. Sobald man dieſe eingehend im Zuſammenhang mit ihrer Lebensweiſe betrachtet, und in ihrer Beziehung zu den Veränderungen, welche die Lebensweiſe durch die äußeren Bedingungen erfährt, ſo überzeugt man ſich alsbald, daß eine andere Auffaſſung nicht möglich iſt. Daher müſſen auch die Veränderungen der Willensbewegung, welche aus veränderter Ernährung folgen, und welche als Uebung, Gewohnheit u. ſ. w. umbildend wirken, unter jene materiellen Vorgänge der gehäuften Anpaſſung gerechnet werden.

Indem ſich der thieriſche Wille den veränderten Exiſtenzbedingungen durch andauernde Gewöhnung, Uebung u. ſ. w. anpaßt, vermag er die bedeutendſten Umbildungen der organiſchen Formen zu bewirken. Mannigfaltige Beiſpiele hierfür ſind überall im Thierleben zu finden. So verkümmern z. B. bei den Hausthieren manche Organe, indem ſie in Folge der veränderten Lebensweiſe außer Thätigkeit treten. Die Enten und Hühner, welche im wilden Zuſtande ausgezeichnet fliegen, verlernen dieſe Bewegung mehr oder weniger im Kulturzuſtande. Sie gewöhnen ſich daran, mehr ihre Beine, als ihre Flügel zu gebrauchen, und in Folge davon werden die dabei gebrauchten Theile der Muskulatur und des Skelets in ihrer Ausbildung und Form weſentlich verändert. Für die verſchiedenen Raſſen der Hausente, welche alle von der wilden Ente (Anas boschas) abſtammen, hat dies Darwin durch eine ſehr ſorgfältige vergleichende Meſſung und Wägung der betreffenden Skelettheile nachgewieſen. Die Knochen des Flügels ſind bei der Hausente ſchwächer, die Knochen des Beines dagegen umgekehrt ſtärker entwickelt, als bei der wilden Ente. Bei den Straußen und anderen Laufvögeln, welche ſich das Fliegen gänzlich abgewöhnt haben, iſt in Folge deſſen der Flügel ganz verkümmert, zu einem völlig „rudimentären Organ“ herabgeſunken (S. 10). Bei vielen Hausthieren, insbeſondere bei vielen Raſſen von Hunden und Kaninchen bemerken Sie ferner, daß dieſelben durch den Kultur-

zuſtand herabhängende Ohren bekommen haben. Dies iſt einfach eine Folge des verminderten Gebrauchs der Ohrmuskeln. Im wilden Zuſtande müſſen dieſe Thiere ihre Ohren gehörig anſtrengen, um einen nahenden Feind zu bemerken, und es hat ſich dadurch ein ſtarker Muskelapparat entwickelt, welcher die äußeren Ohren in aufrechter Stellung erhält, und nach allen Richtungen dreht. Im Kulturzuſtande haben dieſelben Thiere nicht mehr nöthig, ſo aufmerkſam zu lauſchen; ſie ſpitzen und drehen die Ohren nur wenig; die Ohrmuskeln kommen außer Gebrauch, verkümmern allmählich, und die Ohren ſinken nun ſchlaff herab oder werden rudimentär.

Wie in dieſen Fällen die Funktion und dadurch auch die Form des Organs durch Nichtgebrauch rückgebildet wird, ſo wird dieſelbe andrerſeits durch ſtärkeren Gebrauch mehr entwickelt. Dies tritt uns beſonders deutlich entgegen, wenn wir das Gehirn und die dadurch bewirkten Seelenthätigkeiten bei den wilden Thieren und den Hausthieren, welche von ihnen abſtammen, vergleichen. Insbeſondere der Hund und das Pferd, welche in ſo erſtaunlichem Maße durch die Kultur veredelt ſind, zeigen im Vergleiche mit ihren wilden Stammverwandten einen außerordentlichen Grad von Ausbildung der Geiſtesthätigkeit, und offenbar iſt die damit zuſammenhängende Umbildung des Gehirns größtentheils durch die andauernde Uebung bedingt. Allbekannt iſt es ferner, wie ſchnell und mächtig die Muskeln durch anhaltende Uebung wachſen und ihre Form verändern. Vergleichen Sie z. B. Arme und Beine eines geübten Turners mit denjenigen eines unbeweglichen Stubenſitzers.

Wie mächtig äußere Einflüſſe die Gewohnheiten der Thiere, ihre Lebensweiſe beeinfluſſen und dadurch weiterhin auch ihre Form umbilden, zeigen ſehr auffallend manche Beiſpiele von Amphibien und Reptilien. Unſere häufigſte einheimiſche Schlange, die Ringelnatter, legt Eier, welche zu ihrer Entwickelung noch drei Wochen brauchen. Wenn man ſie aber in Gefangenſchaft hält und in den Käfig keinen Sand ſtreut, ſo legt ſie die Eier nicht ab, ſondern behält ſie bei ſich, ſo lange bis die Jungen entwickelt ſind. Der Unterſchied zwiſchen

lebendig gebärenden Thieren und ſolchen, die Eier legen, wird hier einfach durch die Veränderung des Bodens, auf welchem das Thier lebt, verwiſcht.

Außerordentlich intereſſant ſind in dieſer Beziehung auch die Waſſermolche oder Tritonen, welche man gezwungen hat, ihre urſprünglichen Kiemen beizubehalten. Die Tritonen, Amphibien, welche den Fröſchen nahe verwandt ſind, beſitzen gleich dieſen in ihrer Jugend äußere Athmungsorgane, Kiemen, mit welchen ſie, im Waſſer lebend, Waſſer athmen. Später tritt bei den Tritonen eine Metamorphoſe ein, wie bei den Fröſchen. Sie gehen auf das Land, verlieren die Kiemen und gewöhnen ſich an das Lungenathmen. Wenn man ſie nun daran verhindert, indem man ſie in einem geſchloſſenen Waſſerbecken hält, ſo verlieren ſie die Kiemen nicht. Dieſe bleiben vielmehr beſtehen, und der Waſſermolch verharrt zeitlebens auf jener niederen Ausbildungsſtufe, welche ſeine tiefer ſtehenden Verwandten, die Kiemenmolche oder Sozobranchien niemals überſchreiten. Der Waſſermolch erreicht ſeine volle Größe, wird geſchlechtsreif und pflanzt ſich fort, ohne die Kiemen zu verlieren.

Großes Aufſehen erregte unter den Zoologen vor Kurzem der Axolotel (Siredon pisciformis), ein dem Triton nahe verwandter Kiemenmolch aus Mexico, welchen man ſchon ſeit langer Zeit kennt, und in den letzten Jahren im Pariſer Pflanzengarten im Großen gezüchtet hat. Dieſes Thier hat auch äußere Kiemen, wie der Waſſermolch, behält aber dieſelben gleich allen anderen Sozobranchien zeitlebens bei. Für gewöhnlich bleibt dieſer Kiemenmolch mit ſeinen Waſſerathmungsorganen im Waſſer und pflanzt ſich hier auch fort. Nun krochen aber plötzlich im Pflanzengarten unter Hunderten dieſer Thiere eine geringe Anzahl aus dem Waſſer auf das Land, verloren ihre Kiemen, und verwandelten ſich in eine kiemenloſe Molchform, welche von einer nordamerikaniſchen Tritonengattung (Amblystoma) nicht mehr zu unterſcheiden iſt, und nur noch durch Lungen athmet. In dieſem letzten höchſt merkwürdigen Falle können wir unmittelbar den großen Sprung von einem waſſerathmenden zu einem luftath-

menden Thiere verfolgen, einen Sprung, der allerdings bei der individuellen Entwickelungsgeſchichte der Fröſche und Salamander in jedem Frühling beobachtet werden kann. Ebenſo aber, wie jeder einzelne Froſch und jeder einzelne Salamander aus dem urſprünglich kiemenathmenden Amphibium ſpäterhin in ein lungenathmendes ſich verwandelt, ſo iſt auch die ganze Gruppe der Fröſche und Salamander urſprünglich aus kiemenathmenden, dem Siredon verwandten Thieren entſtanden. Die Sozobranchien ſind noch bis auf den heutigen Tag auf jener niederen Stufe ſtehen geblieben. Die Ontogenie erläutert auch hier die Phylogenie, die Entwickelungsgeſchichte der Individuen diejenige der ganzen Gruppe (S. 10).

An die gehäufte oder cumulative Anpaſſung ſchließt ſich als eine dritte Erſcheinung der direkten oder aktuellen Anpaſſung das Geſetz der wechſelbezüglichen oder korrelativen Anpaſſung an. Nach dieſem wichtigen Geſetze werden durch die aktuelle Anpaſſung nicht nur diejenigen Theile des Organismus abgeändert, welche unmittelbar durch die äußere Einwirkung betroffen werden, ſondern auch andere, nicht unmittelbar davon berührte Theile. Dies iſt eine Folge des organiſchen Zuſammenhanges, und namentlich der einheitlichen Ernährungsverhältniſſe, welche zwiſchen allen Theilen jedes Organismus beſtehen. Wenn z. B. bei einer Pflanze durch Verſetzung an einen trockenen Standort die Behaarung der Blätter zunimmt, ſo wirkt dieſe Veränderung auf die Ernährung anderer Theile zurück, und kann eine Verkürzung der Stengelglieder und ſomit eine gedrungenere Form der ganzen Pflanze zur Folge haben. Bei einigen Raſſen von Schweinen und Hunden, z. B. bei dem türkiſchen Hunde, welche durch Anpaſſung an ein wärmeres Klima ihre Behaarung mehr oder weniger verloren, wurde zugleich das Gebiß zurückgebildet. So zeigen auch die Walfiſche und die Edentaten (Schuppenthiere, Gürtelthiere ꝛc.), welche ſich durch ihre eigenthümliche Hautbedeckung am meiſten von den übrigen Säugethieren entfernt haben, die größten Abweichungen in der Bildung des Gebiſſes. Ferner bekommen ſolche Raſſen von Hausthieren (z. B. Rindern, Schweinen), bei denen

ſich die Beine verkürzen, in der Regel auch einen kurzen und gedrungenen Kopf. So zeichnen ſich u. a. die Taubenraſſen, welche die längſten Beine haben, zugleich auch durch die längſten Schnäbel aus. Dieſelbe Wechſelbeziehung zwiſchen der Länge der Beine und des Schnabels zeigt ſich ganz allgemein in der Ordnung der Stelzvögel (Grallatores), beim Storch, Kranich, der Schnepfe u. ſ. w. Die Wechſelbeziehungen, welche in dieſer Weiſe zwiſchen verſchiedenen Theilen des Organismus beſtehen, ſind äußerſt merkwürdig, und im Einzelnen ihrer Urſache nach uns unbekannt. Im Allgemeinen können wir natürlich ſagen: die Ernährungsveränderungen, die einen einzelnen Theil betreffen, müſſen nothwendig auf die übrigen Theile zurückwirken, weil die Ernährung eines jeden Organismus eine zuſammenhängende, centraliſirte Thätigkeit iſt. Allein warum nun gerade dieſer oder jener Theil in dieſer merkwürdigen Wechſelbeziehung zu einem andern ſteht, iſt uns in den meiſten Fällen ganz unbekannt. Wir kennen eine große Anzahl ſolcher Wechſelbeziehungen in der Bildung, namentlich bei den früher bereits erwähnten Abänderungen der Thiere und Pflanzen, die ſich durch Pigmentmangel auszeichnen, den Albinos oder Kakerlaken. Der Mangel des gewöhnlichen Farbeſtoffs bedingt hier gewiſſe Veränderungen in der Bildung anderer Theile, z. B. des Muskelſyſtems, des Knochenſyſtems, alſo organiſcher Syſteme, die zunächſt gar nicht mit dem Syſteme der äußeren Haut zuſammenhängen. Sehr häufig ſind dieſe ſchwächer entwickelt und daher der ganze Körperbau zarter und ſchwächer, als bei den gefärbten Thieren derſelben Art. Ebenſo werden auch die Sinnesorgane und das Nervenſyſtem durch dieſen Pigmentmangel eigenthümlich afficirt. Weiße Katzen mit blauen Augen ſind faſt immer taub. Die Schimmel zeichnen ſich vor den gefärbten Pferden durch die beſondere Neigung zur Bildung ſarkomatöſer Geſchwülſte aus. Auch beim Menſchen iſt der Grad der Pigmententwickelung in der äußeren Haut vom größten Einfluſſe auf die Empfänglichkeit des Organismus für gewiſſe Krankheiten, ſo daß z. B. Europäer mit dunkler Hautfarbe, ſchwarzen Haaren und braunen Augen ſich leichter in den Tropen-

menden Thiere verfolgen, eine... r den dort herrschende... duellen Entwickelungsgeschic... er u. s. w.) unterw... Frühling beobachtet werd... em Haar und... Frosch und jeder einzeln... athmenden Amphibiu... Bed... wandelt, so ist auch... ursprünglich aus ki... des Körpers ... entstanden. Die ... so mächtig zurück auf da... auf jener niede... mte Behandlung der Geschlechts... auch hier die ...che bei Schweinen, Schafen u. s. w. diejenige d... ...en wollen, entfernen die Geschlechtsorgane An... ... (Castration), und zwar geschieht dies bei Thie... dritte G... blechts. In Folge davon tritt übermäßige Fettent... setz... ... Dasselbe thut auch Seine Heiligkeit, der „unfehlbare" an... ...en den Castraten, welche in der Peterskirche zu Ehren Gottes ... müssen. Diese Unglücklichen werden in früher Jugend castrirt, damit sie ihre hohen Knabenstimmen beibehalten. In Folge dieser Verstümmelung der Genitalien bleibt der Kehlkopf auf der jugendlichen Entwickelungsstufe stehen. Zugleich bleibt die Muskulatur des ganzen Körpers schwach entwickelt, während sich unter der Haut reichliche Fettmengen ansammeln. Aber auch auf die Ausbildung des Centralnervensystems, der Willensenergie u. s. w. wirkt jene Verstümmelung mächtig zurück, und es ist bekannt, daß die menschlichen Castraten oder Eunuchen ebenso wie die castrirten männlichen Hausthiere des bestimmten psychischen Charakters, welcher das männliche Geschlecht auszeichnet, gänzlich entbehren. Der Mann ist eben Leib und Seele nach nur Mann durch seine männliche Generationsdrüse.

Diese äußerst wichtigen und einflußreichen Wechselbeziehungen zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen, vor allem dem Gehirn, finden sich in gleicher Weise bei beiden Geschlechtern. Es läßt sich dies schon von vornherein deshalb erwarten, weil bei den meisten Thieren die beiderlei Organe aus gleicher Grundlage sich entwickeln. Beim Menschen, wie bei allen übrigen Wirbelthie-

der ursprünglichen Angewöhnung an das
Organe neben ihre grünen Blätter,
ch ein Zwit : Orobanche, La-
en näch selbstständig und
Hlich ise auf andern
Thätigkeit
der beiden r Verlust
, beim Manne allein der Testi sie be-
gegen die andere Geschlechtsdrüse verküm oder
rung des weiblichen Eierstocks äußert eine nicht mind. Z-
tende Rückwirkung auf den gesammten weiblichen Organism
wie jede Veränderung des Testikels auf den männlichen Organismus.
Die Wichtigkeit dieser Wechselbeziehung hat Virchow in seinem vortrefflichen Aufsatz „das Weib und die Zelle" mit folgenden Worten ausgesprochen: „Das Weib ist eben Weib nur durch seine Generationsdrüse; alle Eigenthümlichkeiten seines Körpers und Geistes oder seiner Ernährung und Nerventhätigkeit: die süße Zartheit und Rundung der Glieder bei der eigenthümlichen Ausbildung des Beckens, die Entwickelung der Brüste bei dem Stehenbleiben der Stimmorgane, jener schöne Schmuck des Kopfhaares bei dem kaum merklichen, weichen Flaum der übrigen Haut, und dann wiederum diese Tiefe des Gefühls, diese Wahrheit der unmittelbaren Anschauung, diese Sanftmuth, Hingebung und Treue — kurz, Alles, was wir an dem wahren Weibe Weibliches bewundern und verehren, ist nur eine Dependenz des Eierstocks. Man nehme den Eierstock hinweg, und das Mannweib in seiner häßlichsten Halbheit steht vor uns."

Dieselbe innige Korrelation oder Wechselbeziehung zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen findet sich auch bei den Pflanzen ebenso allgemein wie bei den Thieren vor. Wenn man bei einer Gartenpflanze reichlichere Früchte zu erzielen wünscht, beschränkt man den Blätterwuchs durch Abschneiden eines Theils der Blätter. Wünscht man umgekehrt eine Zierpflanze mit einer Fülle von großen und schönen Blättern zu erhalten, so verhindert man die

gegenden akklimatiſiren, und viel weniger den dort herrſchenden Krankheiten (Leberentzündungen, gelbem Fieber u. ſ. w.) unterworfen ſind, als Europäer mit heller Hautfarbe, blondem Haar und blauen Augen. (Vergl. oben S. 134.)

Vorzugsweiſe merkwürdig ſind unter dieſen Wechſelbeziehungen der Bildung verſchiedener Organe diejenigen, welche zwiſchen den Geſchlechtsorganen und den übrigen Theilen des Körpers beſtehen. Keine Veränderung eines Theiles wirkt ſo mächtig zurück auf die übrigen Körpertheile, als eine beſtimmte Behandlung der Geſchlechtsorgane. Die Landwirthe, welche bei Schweinen, Schafen u. ſ. w. reichliche Fettbildung erzielen wollen, entfernen die Geſchlechtsorgane durch Herausſchneiden (Caſtration), und zwar geſchieht dies bei Thieren beiderlei Geſchlechts. In Folge davon tritt übermäßige Fettentwickelung ein. Daſſelbe thut auch Seine Heiligkeit, der „unfehlbare" Papſt, bei den Caſtraten, welche in der Peterskirche zu Ehren Gottes ſingen müſſen. Dieſe Unglücklichen werden in früher Jugend caſtrirt, damit ſie ihre hohen Knabenſtimmen beibehalten. In Folge dieſer Verſtümmelung der Genitalien bleibt der Kehlkopf auf der jugendlichen Entwickelungsſtufe ſtehen. Zugleich bleibt die Muskulatur des ganzen Körpers ſchwach entwickelt, während ſich unter der Haut reichliche Fettmengen anſammeln. Aber auch auf die Ausbildung des Centralnervenſyſtems, der Willensenergie u. ſ. w. wirkt jene Verſtümmelung mächtig zurück, und es iſt bekannt, daß die menſchlichen Caſtraten oder Eunuchen ebenſo wie die caſtrirten männlichen Hausthiere des beſtimmten pſychiſchen Charakters, welcher das männliche Geſchlecht auszeichnet, gänzlich entbehren. Der Mann iſt eben Leib und Seele nach nur Mann durch ſeine männliche Generationsdrüſe.

Dieſe äußerſt wichtigen und einflußreichen Wechſelbeziehungen zwiſchen den Geſchlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen, vor allem dem Gehirn, finden ſich in gleicher Weiſe bei beiden Geſchlechtern. Es läßt ſich dies ſchon von vornherein deshalb erwarten, weil bei den meiſten Thieren die beiderlei Organe aus gleicher Grundlage ſich entwickeln. Beim Menſchen, wie bei allen übrigen Wirbelthie-

ren, ſind in der urſprünglichen Anlage des Keims die männlichen und weiblichen Organe neben einander vorhanden. Jedes Individuum iſt urſprünglich ein Zwitter oder Hermaphrodit (S. 176), wie es die den Wirbelthieren nächſtverwandten Ascidien noch heute zeitlebens ſind. Erſt allmählich entſtehen im Laufe der embryonalen Entwickelung (beim Menſchen in der neunten Woche ſeines Embryolebens) die Unterſchiede der beiden Geſchlechter, indem beim Weibe allein der Eierſtock, beim Manne allein der Teſtikel zur Entwickelung gelangt, hingegen die andere Geſchlechtsdrüſe verkümmert. Jede Veränderung des weiblichen Eierſtocks äußert eine nicht minder bedeutende Rückwirkung auf den geſammten weiblichen Organismus, wie jede Veränderung des Teſtikels auf den männlichen Organismus. Die Wichtigkeit dieſer Wechſelbeziehung hat Virchow in ſeinem vortrefflichen Aufſatz „das Weib und die Zelle" mit folgenden Worten ausgeſprochen: „Das Weib iſt eben Weib nur durch ſeine Generationsdrüſe; alle Eigenthümlichkeiten ſeines Körpers und Geiſtes oder ſeiner Ernährung und Nerventhätigkeit: die ſüße Zartheit und Rundung der Glieder bei der eigenthümlichen Ausbildung des Beckens, die Entwickelung der Brüſte bei dem Stehenbleiben der Stimmorgane, jener ſchöne Schmuck des Kopfhaares bei dem kaum merklichen, weichen Flaum der übrigen Haut, und dann wiederum dieſe Tiefe des Gefühls, dieſe Wahrheit der unmittelbaren Anſchauung, dieſe Sanftmuth, Hingebung und Treue — kurz, Alles, was wir an dem wahren Weibe Weibliches bewundern und verehren, iſt nur eine Dependenz des Eierſtocks. Man nehme den Eierſtock hinweg, und das Mannweib in ſeiner häßlichſten Halbheit ſteht vor uns."

Dieſelbe innige Korrelation oder Wechſelbeziehung zwiſchen den Geſchlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen findet ſich auch bei den Pflanzen ebenſo allgemein wie bei den Thieren vor. Wenn man bei einer Gartenpflanze reichlichere Früchte zu erzielen wünſcht, beſchränkt man den Blätterwuchs durch Abſchneiden eines Theils der Blätter. Wünſcht man umgekehrt eine Zierpflanze mit einer Fülle von großen und ſchönen Blättern zu erhalten, ſo verhindert man die

Blüthen- und Fruchtbildung durch Abschneiden der Blüthenknospen. In beiden Fällen entwickelt sich das eine Organsystem auf Kosten des anderen. So ziehen auch die meisten Abänderungen der vegetativen Blattbildung bei den wilden Pflanzen eine entsprechende Umbildung in den generativen Blüthentheilen nach sich. Die hohe Bedeutung dieser „Kompensation der Entwickelung", dieser „Korrelation der Theile" ist bereits von Goethe, von Geoffroy S. Hilaire und von anderen Naturphilosophen hervorgehoben worden. Sie beruht wesentlich darauf, daß die direkte oder aktuelle Anpassung keinen einzigen Körpertheil wesentlich verändern kann, ohne zugleich auf den ganzen Organismus einzuwirken.

Die korrelative Anpassung der Fortpflanzungsorgane und der übrigen Körpertheile verdient deshalb eine ganz besondere Berücksichtigung, weil sie vor allen geeignet ist, ein erklärendes Licht auf die vorher betrachteten dunkeln und räthselhaften Erscheinungen der indirekten oder potentiellen Anpassung zu werfen. Denn ebenso wie jede Veränderung der Geschlechtsorgane mächtig auf den übrigen Körper zurückwirkt, so muß natürlich umgekehrt auch jede eingreifende Veränderung eines anderen Körpertheils mehr oder weniger auf die Generationsorgane zurückwirken. Diese Rückwirkung wird sich aber erst in der Bildung der Nachkommenschaft, welche aus den veränderten Generationstheilen entsteht, wahrnehmbar äußern. Gerade jene merkwürdigen, aber unmerklichen und an sich ungeheuer geringfügigen Veränderungen des Genitalsystems, der Eier und des Sperma, welche durch solche Wechselbeziehungen hervorgebracht werden, sind vom größten Einflusse auf die Bildung der Nachkommenschaft, und alle vorher erwähnten Erscheinungen der indirekten oder potentiellen Anpassung können schließlich auf die wechselbezügliche Anpassung zurückgeführt werden.

Eine weitere Reihe von ausgezeichneten Beispielen der korrelativen Anpassung liefern die verschiedenen Thiere und Pflanzen, welche durch das Schmarotzerleben oder den Parasitismus rückgebildet sind. Keine andere Veränderung der Lebensweise wirkt so bedeutend auf die

Formbildung der Organismen ein, wie die Angewöhnung an das Schmarotzerleben. Pflanzen verlieren dadurch ihre grünen Blätter, wie z. B. unſere einheimiſchen Schmarotzerpflanzen: Orobanche, Lathraea, Monotropa. Thiere, welche urſprünglich ſelbſtſtändig und frei gelebt haben, dann aber eine paraſitiſche Lebensweiſe auf andern Thieren oder auf Pflanzen annehmen, geben zunächſt die Thätigkeit ihrer Bewegungsorgane und ihrer Sinnesorgane auf. Der Verluſt der Thätigkeit zieht aber den Verluſt der Organe, durch welche ſie bewirkt wurde, nach ſich, und ſo finden wir z. B. viele Krebsthiere oder Cruſtaceen, die in der Jugend einen ziemlich hohen Organiſationsgrad, Beine, Fühlhörner und Augen beſaßen, im Alter als Paraſiten vollkommen degenerirt wieder, ohne Augen, ohne Bewegungswerkzeuge und ohne Fühlhörner. Aus der munteren, beweglichen Jugendform iſt ein unförmlicher, unbeweglicher Klumpen geworden. Nur die nöthigſten Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane ſind noch in Thätigkeit. Der ganze übrige Körper iſt rückgebildet. Offenbar ſind dieſe tiefgreifenden Umbildungen großentheils direkte Folgen der gehäuften oder cumulativen Anpaſſung, des Nichtgebrauchs und der mangelnden Uebung der Organe; aber zum großen Theile kommen dieſelben ſicher auch auf Rechnung der wechſelbezüglichen oder korrelativen Anpaſſung. (Vergl. Taf. X und XI, S. 487.)

Ein ſiebentes Anpaſſungsgeſetz, das vierte in der Gruppe der direkten Anpaſſungen, iſt das Geſetz der abweichenden oder divergenten Anpaſſung. Wir verſtehen darunter die Erſcheinung, daß urſprünglich gleichartig angelegte Theile ſich durch den Einfluß äußerer Bedingungen in verſchiedener Weiſe ausbilden. Dieſes Anpaſſungsgeſetz iſt ungemein wichtig für die Erklärung der Arbeitstheilung oder des Polymorphismus. An uns ſelbſt können wir es ſehr leicht erkennen, z. B. in der Thätigkeit unſerer beiden Hände. Die rechte Hand wird gewöhnlich von uns an ganz andere Arbeiten gewöhnt, als die linke; es entſteht in Folge der abweichenden Beſchäftigung auch eine verſchiedene Bildung der beiden Hände. Die rechte Hand, welche man gewöhnlich viel mehr braucht, als die linke,

zeigt ſtärker entwickelte Nerven, Muskeln und Knochen. Daſſelbe gilt auch vom ganzen Arm. Knochen und Fleiſch des rechten Arms ſind bei den meiſten Menſchen in Folge ſtärkeren Gebrauchs ſtärker und ſchwerer als die des linken Arms. Da nun aber der bevorzugte Gebrauch des rechten Arms bei der mittelländiſchen Menſchenart (S. 604) ſchon ſeit Jahrtauſenden eingebürgert und vererbt iſt, ſo iſt auch die ſtärkere Form und Größe des rechten Arms bereits erblich geworden. Der treffliche holländiſche Naturforſcher P. Harting hat durch Meſſung und Wägung an Neugeborenen gezeigt, daß auch bei dieſen bereits der rechte Arm den linken übertrifft.

Nach demſelben Geſetze der divergenten Anpaſſung ſind auch häufig die beiden Augen verſchieden entwickelt. Wenn man ſich z. B. als Naturforſcher gewöhnt, immer nur mit dem einen Auge (am beſten mit dem linken) zu mikroſkopiren, und mit dem anderen nicht, ſo erlangt das eine Auge eine ganz andere Beſchaffenheit, als das andere, und dieſe Arbeitstheilung iſt von großem Vortheil. Das eine Auge wird kurzſichtiger, geeignet für das Sehen in die Nähe, das andere Auge weitſichtiger, ſchärfer für den Blick in die Ferne. Wenn man dagegen abwechſelnd mit beiden Augen mikroſkopirt, ſo erlangt man nicht auf dem einen Auge den Grad der Kurzſichtigkeit, auf dem andern den Grad der Weitſichtigkeit, welchen man durch zweckmäßige Vertheilung dieſer verſchiedenen Geſichtsfunktionen auf beide Augen erreicht. Zunächſt wird auch hier wieder durch die Gewohnheit die Funktion, die Thätigkeit der urſprünglich gleich gebildeten Organe ungleich, divergent; allein die Funktion wirkt wiederum auf die Form und die innere Struktur des Organs zurück.

Unter den Pflanzen können wir die abweichende oder divergente Anpaſſung beſonders bei den Schlinggewächſen ſehr leicht wahrnehmen. Aeſte einer und derſelben Schlingpflanze, welche urſprünglich gleichartig angelegt ſind, erhalten eine ganz verſchiedene Form und Ausdehnung, einen ganz verſchiedenen Krümmungsgrad und Durchmeſſer der Spiralwindung, je nachdem ſie um einen dünneren oder dickeren Stab ſich herumwinden. Ebenſo iſt auch die abweichende

Veränderung der Formen urſprünglich gleich angelegter Theile, welche divergent nach verſchiedenen Richtungen unter abweichenden äußeren Bedingungen ſich entwickeln, in vielen anderen Fällen deutlich nachweisbar. Indem dieſe abweichende oder divergente Anpaſſung mit der fortſchreitenden Vererbung in Wechſelwirkung tritt, wird ſie die Urſache der Arbeitstheilung der verſchiedenen Organe.

Ein achtes und letztes Anpaſſungsgeſetz können wir als das Geſetz der unbeſchränkten oder unendlichen Anpaſſung bezeichnen. Wir wollen damit einfach ausdrücken, daß uns keine Grenze für die Veränderung der organiſchen Formen durch den Einfluß der äußeren Exiſtenzbedingungen bekannt iſt. Wir können von keinem einzigen Theil des Organismus behaupten, daß er nicht mehr veränderlich ſei, daß, wenn man ihn unter neue äußere Bedingungen brächte, er durch dieſe nicht verändert werden würde. Noch niemals hat ſich in der Erfahrung eine Grenze für die Abänderung nachweiſen laſſen. Wenn z. B. ein Organ durch Nichtgebrauch degenerirt, ſo geht dieſe Degeneration ſchließlich bis zum vollſtändigen Schwunde des Organs fort, wie es bei den Augen vieler Thiere der Fall iſt. Andrerſeits können wir durch fortwährende Uebung, Gewohnheit, und immer geſteigerten Gebrauch eines Organs daſſelbe in einem Maße vervollkommnen, wie wir es von vornherein für unmöglich gehalten haben würden. Wenn man die unciviliſirten Wilden mit den Kulturvölkern vergleicht, ſo findet man bei jenen eine Ausbildung der Sinnesorgane, Geſicht, Geruch, Gehör, von der die Kulturvölker keine Ahnung haben. Umgekehrt iſt bei den höheren Kulturvölkern das Gehirn, die Geiſtesthätigkeit in einem Grade entwickelt, von welchem die rohen Wilden keine Vorſtellung beſitzen.

Allerdings ſcheint für jeden Organismus eine Grenze der Anpaſſungsfähigkeit durch den Typus ſeines Stammes oder Phylum gegeben zu ſein, d. h. durch die weſentlichen Grundeigenſchaften dieſes Stammes, welche von dem gemeinſamen Stammvater deſſelben ererbt ſind und ſich durch konſervative Vererbung auf alle Deſcendenten deſſelben übertragen. So kann z. B. niemals ein Wirbel-

thier ſtatt des charakteriſtiſchen Rückenmarks der Wirbelthiere das Bauchmark der Gliederthiere ſich erwerben. Allein innerhalb dieſer erblichen Grundform, innerhalb dieſes unveräußerlichen Typus, iſt der Grad der Anpaſſungsfähigkeit unbeſchränkt. Die Biegſamkeit und Flüſſigkeit der organiſchen Form äußert ſich innerhalb deſſelben frei nach allen Richtungen hin, und in ganz unbeſchränktem Umfang. Es giebt aber einzelne Thiere, wie z. B. die durch Paraſitismus rückgebildeten Krebsthiere und Würmer, welche ſelbſt jene Grenze des Typus zu überſpringen ſcheinen, und durch erſtaunlich weit gehende Degeneration alle weſentlichen Charaktere ihres Stammes eingebüßt haben. Was die Anpaſſungsfähigkeit des Menſchen betrifft, ſo iſt dieſelbe, wie bei allen anderen Thieren, ebenfalls unbegrenzt, und da ſich dieſelbe beim Menſchen vor allen in der Umbildung des Gehirns äußert, ſo läßt ſich durchaus keine Grenze der Erkenntniß ſetzen, welche der Menſch bei weiter fortſchreitender Geiſtesbildung nicht würde überſchreiten können. Auch der menſchliche Geiſt genießt nach dem Geſetze der unbeſchränkten Anpaſſung eine unendliche Perſpektive für ſeine Vervollkommnung in der Zukunft.

Dieſe Bemerkungen genügen wohl, um die Tragweite der Anpaſſungserſcheinungen hervorzuheben und ihnen das größte Gewicht zuzuſchreiben. Die Anpaſſungsgeſetze, die Thatſachen der Veränderung durch den Einfluß äußerer Bedingungen, ſind von ebenſo großer Bedeutung, wie die Vererbungsgeſetze. Alle Anpaſſungserſcheinungen laſſen ſich in letzter Linie zurückführen auf die Ernährungsverhältniſſe des Organismus, in gleicher Weiſe wie die Vererbungserſcheinungen in den Fortpflanzungsverhältniſſen begründet ſind; dieſe aber ſowohl als jene ſind weiter zurückzuführen auf chemiſche und phyſikaliſche Gründe, alſo auf mechaniſche Urſachen. Lediglich durch die Wechſelwirkung derſelben entſtehen nach Darwin's Selektionstheorie die neuen Formen der Organismen, die Umbildungen, welche die künſtliche Züchtung im Kulturzuſtande, die natürliche Züchtung im Naturzuſtande hervorbringt.

Elfter Vortrag.

Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt.

Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpaſſung. Natürliche und künſtliche Züchtung. Kampf um's Daſein oder Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (aktuellen) Individuen. Verwickelte Wechſelbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweiſe der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Urſache der ſympathiſchen Färbungen. Geſchlechtliche Zuchtwahl als Urſache der ſekundären Sexualcharaktere. Geſetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Baſtardzeugung. Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung (Progreſſus, Teleoſis).

Meine Herren! Um zu einem richtigen Verſtändniß des Darwinismus zu gelangen, iſt es vor Allem nothwendig, die beiden organiſchen Funktionen genau in das Auge zu faſſen, die wir in den letzten Vorträgen betrachtet haben, die Vererbung und Anpaſſung. Wenn man nicht einerſeits die rein mechaniſche Natur dieſer beiden phyſiologiſchen Thätigkeiten und die mannichfaltige Wirkung ihrer verſchiedenen Geſetze in's Auge faßt, und wenn man nicht andrerſeits erwägt, wie verwickelt die Wechſelwirkung dieſer verſchiedenen Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze nothwendig ſein muß, ſo wird man nicht begreifen, daß dieſe beiden Funktionen für ſich allein die ganze Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen ſollen erzeugen können; und doch iſt das in der That der Fall.

Wir ſind wenigſtens bis jetzt nicht im Stande geweſen, andere formbildende Urſachen aufzufinden, als dieſe beiden; und wenn wir die nothwendige und unendlich verwickelte Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung richtig verſtehen, ſo haben wir auch gar nicht mehr nöthig, noch nach anderen unbekannten Urſachen der Umbildung der organiſchen Geſtalten zu ſuchen. Jene beiden Grundurſachen erſcheinen uns dann völlig genügend.

Schon früher, lange bevor Darwin ſeine Selectionstheorie aufſtellte, nahmen einige Naturforſcher, insbeſondere Goethe, als Urſache der organiſchen Formenmannichfaltigkeit die Wechſelwirkung zweier verſchiedener Bildungstriebe an, eines konſervativen oder erhaltenden, und eines umbildenden oder fortſchreitenden Bildungstriebes. Erſteren nannte Goethe den centripetalen oder Spezifikationstrieb, letzteren den centrifugalen oder den Trieb der Metamorphoſe (S. 81). Dieſe beiden Triebe entſprechen vollſtändig den beiden Funktionen der Vererbung und der Anpaſſung. Die Vererbung iſt der centripetale oder innere Bildungstrieb, welcher beſtrebt iſt, die organiſche Form in ihrer Art zu erhalten, die Nachkommen den Eltern gleich zu geſtalten, und Generationen hindurch immer Gleichartiges zu erzeugen. Die Anpaſſung dagegen, welche der Vererbung entgegenwirkt, iſt der centrifugale oder äußere Bildungstrieb, welcher beſtändig beſtrebt iſt, durch die veränderlichen Einflüſſe der Außenwelt die organiſchen Formen umzubilden, neue Formen aus den vorhandenen zu ſchaffen und die Konſtanz der Species, die Beſtändigkeit der Art, gänzlich aufzuheben. Je nachdem die Vererbung oder die Anpaſſung das Uebergewicht im Kampfe erhält, bleibt die Speciesform beſtändig oder ſie bildet ſich in eine neue Art um. Der in jedem Augenblick ſtattfindende Grad der Formbeſtändigkeit bei den verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten iſt einfach das nothwendige Reſultat des augenblicklichen Uebergewichts, welches jede dieſer beiden Bildungskräfte (oder phyſiologiſchen Funktionen) über die andere erlangt hat.

Wenn wir nun zurückkehren zu der Betrachtung des Züchtungsvorgangs, der Ausleſe oder Selection, die wir bereits im ſiebenten Vortrag in ihren Grundzügen unterſuchten, ſo werden wir jetzt um ſo klarer und beſtimmter erkennen, daß ſowohl die künſtliche als die natürliche Züchtung einzig und allein auf der Wechſelwirkung dieſer beiden Funktionen oder Bildungstriebe beruhen. Wenn Sie die Thätigkeit des künſtlichen Züchters, des Landwirths oder Gärtners, ſcharf in's Auge faſſen, ſo erkennen Sie, daß nur jene beiden Bildungskräfte von ihm zur Hervorbringung neuer Formen benutzt werden. Die ganze Kunſt der künſtlichen Zuchtwahl beruht eben nur auf einer denkenden und vernünftigen Anwendung der Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze, auf einer kunſtvollen und planmäßigen Benutzung und Regulirung derſelben. Dabei iſt der vervollkommnete menſchliche Wille die ausleſende, züchtende Kraft.

Ganz ähnlich verhält ſich die natürliche Züchtung. Auch dieſe benutzt bloß jene beiden organiſchen Bildungskräfte, jene phyſiologiſchen Grundeigenſchaften der Anpaſſung und Vererbung, um die verſchiedenen Arten oder Species hervorzubringen. Dasjenige züchtende Prinzip aber, diejenige ausleſende Kraft, welche bei der künſtlichen Züchtung durch den planmäßig wirkenden und bewußten Willen des Menſchen vertreten wird, iſt bei der natürlichen Züchtung der planlos wirkende und unbewußte Kampf um's Daſein. Was wir unter „Kampf um's Daſein" verſtehen, haben wir im ſiebenten Vortrage bereits auseinandergeſetzt. Es iſt gerade die Erkenntniß dieſes äußerſt wichtigen Verhältniſſes eines der größten Verdienſte Darwin's. Da aber dieſes Verhältniß ſehr häufig unvollkommen oder falſch verſtanden wird, iſt es nothwendig, daſſelbe jetzt noch näher in's Auge zu faſſen, und an einigen Beiſpielen die Wirkſamkeit des Kampfes um's Daſein, die Thätigkeit der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Daſein zu erläutern. (Gen. Morph. II, 231.)

Wir gingen bei der Betrachtung des Kampfes um's Daſein von der Thatſache aus, daß die Zahl der Keime, welche alle Thiere und Pflanzen erzeugen, unendlich viel größer iſt, als die Zahl der Indivi-

duen, welche wirklich in das Leben treten und ſich längere oder kürzere Zeit am Leben erhalten können. Die meiſten Organismen erzeugen während ihres Lebens Tauſende oder Millionen von Keimen, aus deren jedem ſich unter günſtigen Umſtänden ein neues Individuum entwickeln könnte. Bei den meiſten Thieren und Pflanzen ſind dieſe Keime Eier, d. h. Zellen, welche zu ihrer weiteren Entwickelung der geſchlechtlichen Befruchtung bedürfen. Dagegen bei den Protiſten, niederſten Organismen, welche weder Thiere noch Pflanzen ſind, und welche ſich bloß ungeſchlechtlich fortpflanzen, bedürfen die Keimzellen oder Sporen keiner Befruchtung. In allen Fällen ſteht die Zahl ſowohl dieſer ungeſchlechtlichen als jener geſchlechtlichen Keime in gar keinem Verhältniß zur Zahl der wirklich lebenden Individuen.

Im Großen und Ganzen genommen bleibt die Zahl der lebenden Thiere und Pflanzen auf unſerer Erde durchſchnittlich immer dieſelbe. Die Zahl der Stellen im Naturhaushalt iſt beſchränkt, und an den meiſten Punkten der Erdoberfläche ſind dieſe Stellen immer annähernd beſetzt. Gewiß finden überall in jedem Jahre Schwankungen in der abſoluten und in der relativen Individuenzahl aller Arten ſtatt. Allein im Großen und Ganzen genommen werden dieſe Schwankungen nur geringe Bedeutung haben gegenüber der Thatſache, daß die Geſammtzahl aller Individuen durchſchnittlich beinahe konſtant bleibt. Der Wechſel, der überall ſtattfindet, beſteht darin, daß in einem Jahre dieſe und im anderen Jahre jene Reihe von Thieren und Pflanzen überwiegt, und daß in jedem Jahre der Kampf um's Daſein dieſes Verhältniß wieder etwas anders geſtaltet.

Jede einzelne Art von Thieren und Pflanzen würde in kurzer Zeit die ganze Erdoberfläche dicht bevölkert haben, wenn ſie nicht mit einer Menge von Feinden und feindlichen Einflüſſen zu kämpfen hätte. Schon Linné berechnete, daß, wenn eine einjährige Pflanze nur zwei Samen hervorbrächte (und es giebt keine, die ſo wenig erzeugt), ſie in 20 Jahren ſchon eine Million Individuen geliefert haben würde. Darwin berechnete vom Elephanten, der ſich am langſamſten von allen Thieren zu vermehren ſcheint, daß in 500 Jahren die Nachkom-

menschaft eines einzigen Paares bereits 15 Millionen Individuen betragen würde, vorausgesetzt, daß jeder Elephant während der Zeit seiner Fruchtbarkeit (vom 30. bis 90. Jahre) nur 3 Paar Junge erzeugte. Ebenso würde die Zahl der Menschen, wenn man die mittlere Fortpflanzungszahl zu Grunde legt, und wenn keine Hindernisse der natürlichen Vermehrung im Wege stünden, bereits in 25 Jahren sich verdoppelt haben. In jedem Jahrhundert würde die Gesammtzahl der menschlichen Bevölkerung um das sechszehnfache gestiegen sein. Nun wissen Sie aber, daß die Gesammtzahl der Menschen nur sehr langsam wächst, und daß die Zunahme der Bevölkerung in verschiedenen Gegenden sehr verschieden ist. Während europäische Stämme sich über den ganzen Erdball ausbreiten, gehen andere Stämme, ja sogar ganze Arten oder Species des Menschengeschlechts mit jedem Jahre mehr ihrem völligen Aussterben entgegen. Dies gilt namentlich von den Rothhäuten Amerikas und ebenso von den schwarzbraunen Eingeborenen Australiens. Selbst wenn diese Völker sich reichlicher fortpflanzten, als die weiße Menschenart Europas, würden sie dennoch früher oder später der letzteren im Kampfe um's Dasein erliegen. Von allen menschlichen Individuen aber, ebenso wie von allen übrigen Organismen, geht bei weitem die überwiegende Mehrzahl in der frühesten Lebenszeit zu Grunde. Von der ungeheuren Masse von Keimen, die jede Art erzeugt, gelangen nur sehr wenige wirklich zur Entwickelung, und von diesen wenigen ist es wieder nur ein ganz kleiner Bruchtheil, welcher das Alter erreicht, in dem er sich fortpflanzen kann. (Vergl. S. 145.)

Aus diesem Mißverhältniß zwischen der ungeheuren Ueberzahl der organischen Keime und der geringen Anzahl von auserwählten Individuen, die wirklich neben und mit einander fortbestehen können, folgt mit Nothwendigkeit jener allgemeine Kampf um's Dasein, jenes beständige Ringen um die Existenz, jener unaufhörliche Wettkampf um die Lebensbedürfnisse, von welchem ich Ihnen bereits im siebenten Vortrage ein Bild entwarf. Jener Kampf um's Dasein ist es, welcher die natürliche Zuchtwahl ausübt, welcher die Wechselwir-

kung der Vererbungs- und Anpaſſungserſcheinungen züchtend benutzt und dadurch an einer beſtändigen Umbildung aller organiſchen Formen arbeitet. Immer werden in jenem Kampf um die Erlangung der nothwendigen Exiſtenzbedingungen diejenigen Individuen ihre Nebenbuhler beſiegen, welche irgend eine individuelle Begünſtigung, eine vortheilhafte Eigenſchaft beſitzen, die ihren Mitbewerbern fehlt. Freilich können wir nur in den wenigſten Fällen, bei uns näher bekannten Thieren und Pflanzen, uns eine ungefähre Vorſtellung von der unendlich komplizirten Wechſelwirkung der zahlreichen Verhältniſſe machen, welche alle hierbei in Frage kommen. Denken Sie nur daran, wie unendlich mannichfaltig und verwickelt die Beziehungen jedes einzelnen Menſchen zu den übrigen und überhaupt zu der ihn umgebenden Außenwelt ſind. Aehnliche Beziehungen walten aber auch zwiſchen allen Thieren und Pflanzen, die an einem Orte mit einander leben. Alle wirken gegenſeitig, aktiv oder paſſiv, auf einander ein. Jedes Thier, jede Pflanze kämpft direkt mit einer Anzahl von Feinden, welche denſelben nachſtellen, mit Raubthieren, paraſitiſchen Thieren u. ſ. w. Die zuſammenſtehenden Pflanzen kämpfen mit einander um den Bodenraum, den ihre Wurzeln bedürfen, um die nothwendige Menge von Licht, Luft, Feuchtigkeit u. ſ. w. Ebenſo ringen die Thiere eines jeden Bezirks mit einander um ihre Nahrung, Wohnung u. ſ. w. Es wird in dieſem äußerſt lebhaften und verwickelten Kampf jeder noch ſo kleine perſönliche Vorzug, jeder individuelle Vortheil möglicherweiſe den Ausſchlag geben können, zu Gunſten ſeines Beſitzers. Dieſes bevorzugte einzelne Individuum bleibt im Kampfe Sieger und pflanzt ſich fort, während ſeine Mitbewerber zu Grunde gehen, ehe ſie zur Fortpflanzung gelangen. Der perſönliche Vorzug, welcher ihm den Sieg verlieh, wird auf ſeine Nachkommen vererbt, und kann durch weitere Ausbildung die Urſache zur Bildung einer neuen Art werden.

Die unendlich verwickelten Wechſelbeziehungen, welche zwiſchen den Organismen eines jeden Bezirks beſtehen, und welche als die eigentlichen Bedingungen des Kampfes um's Daſein angeſehen wer-

den müssen, sind uns größtentheils unbekannt und meistens auch sehr schwierig zu erforschen. Nur in einzelnen Fällen haben wir dieselben bisher bis zu einem gewissen Grade verfolgen können, so z. B. in dem von Darwin angeführten Beispiel von den Beziehungen der Katzen zum rothen Klee in England. Die rothe Kleeart (Trifolium pratense), welche in England eines der vorzüglichsten Futterkräuter für das Rindvieh bildet, bedarf, um zur Samenbildung zu gelangen, des Besuchs der Hummeln. Indem diese Insekten den Honig aus dem Grunde der Kleeblüthe saugen, bringen sie den Blüthenstaub mit der Narbe in Berührung und vermitteln so die Befruchtung der Blüthe, welche ohne sie niemals erfolgt. Darwin hat durch Versuche gezeigt, daß rother Klee, den man von dem Besuche der Hummeln absperrt, keinen einzigen Samen liefert. Die Zahl der Hummeln ist bedingt durch die Zahl ihrer Feinde, unter denen die Feldmäuse die verderblichsten sind. Je mehr die Feldmäuse überhand nehmen, desto weniger wird der Klee befruchtet. Die Zahl der Feldmäuse ist wiederum von der Zahl ihrer Feinde abhängig, zu denen namentlich die Katzen gehören. Daher giebt es in der Nähe der Dörfer und Städte, wo viel Katzen gehalten werden, besonders viel Hummeln. Eine große Zahl von Katzen ist also offenbar von großem Vortheil für die Befruchtung des Klees. Man kann nun, wie es von Karl Vogt geschehen ist, dieses Beispiel noch weiter verfolgen, wenn man erwägt, daß das Rindvieh, welches sich von dem rothen Klee nährt, eine der wichtigsten Grundlagen des Wohlstandes von England ist. Die Engländer konserviren ihre körperlichen und geistigen Kräfte vorzugsweise dadurch, daß sie sich größtentheils von trefflichem Fleisch, namentlich ausgezeichnetem Rostbeaf und Beafsteak nähren. Dieser vorzüglichen Fleischnahrung verdanken die Britten zum großen Theil das Uebergewicht ihres Gehirns und Geistes über die anderen Nationen. Offenbar ist dieses aber indirekt abhängig von den Katzen, welche die Feldmäuse verfolgen. Man kann auch mit Huxley auf die alten Jungfern zurückgehen, welche vorzugsweise die Katzen hegen und

pflegen, und ſomit für die Befruchtung des Klees und den Wohlſtand Englands von größter Wichtigkeit ſind. An dieſem Beiſpiel können Sie erkennen, daß, je weiter man daſſelbe verfolgt, deſto größer der Kreis der Wirkungen und der Wechſelbeziehungen wird. Man kann aber mit Beſtimmtheit behaupten, daß bei jeder Pflanze und bei jedem Thiere eine Maſſe ſolcher Wechſelbeziehungen exiſtiren. Nur ſind wir ſelten im Stande, die Kette derſelben ſo herzuſtellen, und zu überſehen, wie es hier der Fall iſt.

Ein anderes merkwürdiges Beiſpiel von wichtigen Wechſelbeziehungen iſt nach Darwin folgendes: In Paraguay finden ſich keine verwilderten Rinder und Pferde, wie in den benachbarten Theilen Südamerikas, nördlich und ſüdlich von Paraguay. Dieſer auffallende Umſtand erklärt ſich einfach dadurch, daß in dieſem Lande eine kleine Fliege ſehr häufig iſt, welche die Gewohnheit hat, ihre Eier in den Nabel der neugeborenen Rinder und Pferde zu legen. Die neugeborenen Thiere ſterben in Folge dieſes Eingriffs, und jene kleine gefürchtete Fliege iſt alſo die Urſache, daß die Rinder und Pferde in dieſem Diſtrikt niemals verwildern. Angenommen, daß durch irgend einen inſektenfreſſenden Vogel jene Fliege zerſtört würde, ſo würden in Paraguay ebenſo wie in den benachbarten Theilen Südamerikas dieſe großen Säugethiere maſſenhaft verwildern, und da dieſelben eine Menge von beſtimmten Pflanzenarten verzehren, würde die ganze Flora, und in Folge davon wiederum die ganze Fauna dieſes Landes eine andere werden. Daß dadurch zugleich auch die ganze Oekonomie und ſomit der Charakter der menſchlichen Bevölkerung ſich ändern würde, braucht nicht erſt geſagt zu werden.

So kann das Gedeihen oder ſelbſt die Exiſtenz ganzer Völkerſchaften durch eine einzige kleine, an ſich höchſt unbedeutende Thier- oder Pflanzen-Form indirekt bedingt werden. Es giebt kleine oceaniſche Inſeln, deren menſchliche Bewohner weſentlich nur von einer Palmenart leben. Die Befruchtung dieſer Palme wird vorzüglich durch Inſekten vermittelt, die den Blüthenſtaub von den männlichen auf die weiblichen Palmbäume übertragen. Die Exiſtenz dieſer nütz-

lichen Inſekten wird durch inſektenfreſſende Vögel gefährdet, die ihrerſeits wieder von Raubvögeln verfolgt werden. Die Raubvögel aber unterliegen oft dem Angriffe einer kleinen paraſitiſchen Milbe, die ſich zu Millionen in ihrem Federkleid entwickelt. Dieſer kleine gefährliche Paraſit kann wiederum durch paraſitiſche Pilze getödtet werden. Pilze, Raubvögel und Inſekten würden in dieſem Falle das Gedeihen der Palmen und ſomit der Menſchen begünſtigen, Vogelmilben und inſektenfreſſende Vögel dagegen gefährden.

Intereſſante Beiſpiele für die Veränderung der Wechſelbeziehungen im Kampf um's Daſein liefern auch jene iſolirten und von Menſchen unbewohnten oceaniſchen Inſeln, auf denen zu verſchiedenen Malen von Seefahrern Ziegen oder Schweine ausgeſetzt wurden. Dieſe Thiere verwilderten und nahmen aus Mangel an Feinden an Zahl bald ſo übermäßig zu, daß die ganze übrige Thier- und Pflanzenbevölkerung darunter litt, und daß ſchließlich die Inſel beinahe verödete, weil den zu maſſenhaft ſich vermehrenden großen Säugethieren die hinreichende Nahrung fehlte. In einigen Fällen wurden auf einer ſolchen von Ziegen oder Schweinen übervölkerten Inſel ſpäter von anderen Seefahrern ein Paar Hunde ausgeſetzt, die ſich in dieſem Futterüberfluß ſehr wohl befanden, ſich wieder ſehr raſch vermehrten und furchtbar unter den Heerden aufräumten, ſo daß nach einer Anzahl von Jahren den Hunden ſelbſt das Futter fehlte, und auch ſie beinahe ausſtarben. So wechſelt beſtändig in der Oekonomie der Natur das Gleichgewicht der Arten, je nachdem die eine oder andere Art ſich auf Koſten der übrigen vermehrt. In den meiſten Fällen ſind freilich die Beziehungen der verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten zu einander viel zu verwickelt, als daß wir ihnen nachkommen könnten, und ich überlaſſe es Ihrem eigenen Nachdenken, ſich auszumalen, welches unendlich verwickelte Getriebe an jeder Stelle der Erde in Folge dieſes Kampfes ſtattfinden muß. In letzter Inſtanz ſind die Triebfedern, welche den Kampf bedingen, und welche den Kampf an allen verſchiedenen Stellen verſchieden geſtalten und modificiren, die Triebfedern der Selbſterhaltung, und zwar ſowohl der

Erhaltungstrieb der Individuen (Ernährungstrieb), als der Erhaltungstrieb der Arten (Fortpflanzungstrieb). Dieſe beiden Grundtriebe der organiſchen Selbſterhaltung ſind es, von denen ſogar Schiller, der Idealiſt (nicht Goethe, der Realiſt!) ſagt:

„Einſtweilen bis den Bau der Welt
„Philoſophie zuſammenhält,
„Erhält ſich ihr Getriebe
„Durch Hunger und durch Liebe."

Dieſe beiden mächtigen Grundtriebe ſind es, welche durch ihre verſchiedene Ausbildung in den verſchiedenen Arten den Kampf um's Daſein ſo ungemein mannichfaltig geſtalten, und welche den Erſcheinungen der Vererbung und Anpaſſung zu Grunde liegen. Wir konnten alle Vererbung auf die Fortpflanzung, alle Anpaſſung auf die Ernährung als die materielle Grundurſache zurückführen.

Der Kampf um das Daſein wirkt bei der natürlichen Züchtung ebenſo züchtend oder ausleſend, wie der Wille des Menſchen bei der künſtlichen Züchtung. Aber dieſer wirkt planmäßig und bewußt, jener planlos und unbewußt. Dieſer wichtige Unterſchied zwiſchen der künſtlichen und natürlichen Züchtung verdient beſondere Beachtung. Denn wir lernen hierdurch verſtehen, warum zweckmäßige Einrichtungen ebenſo durch zwecklos wirkende mechaniſche Urſachen, wie durch zweckmäßig thätige Endurſachen erzeugt werden können. Die Produkte der natürlichen Züchtung ſind ebenſo und noch mehr zweckmäßig eingerichtet, wie die Kunſtprodukte des Menſchen, und dennoch verdanken ſie ihre Entſtehung nicht einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft, ſondern einem unbewußt und planlos wirkenden mechaniſchen Verhältniß. Wenn man nicht tiefer über die Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung unter dem Einfluß des Kampfes um's Daſein nachgedacht hat, ſo iſt man zunächſt nicht geneigt, ſolche Erfolge von dieſem natürlichen Züchtungsprozeß zu erwarten, wie derſelbe in der That liefert. Es iſt daher wohl angemeſſen, hier ein Paar beſonders einleuchtende Beiſpiele von der Wirkſamkeit der natürlichen Züchtung anzuführen.

Laſſen Sie uns zunächſt die von Darwin hervorgehobene gleichfarbige Zuchtwahl oder die ſogenannte „ſympathiſche Farbenwahl“ der Thiere betrachten. Schon frühere Naturforſcher haben es ſonderbar gefunden, daß zahlreiche Thiere im Großen und Ganzen dieſelbe Färbung zeigen wie der Wohnort, oder die Umgebung, in der ſie ſich beſtändig aufhalten. So ſind z. B. die Blattläuſe und viele andere auf Blättern lebende Inſekten grün gefärbt. Die Wüſtenbewohner: Springmäuſe, Wüſtenfüchſe, Gazellen, Löwen u. ſ. w. ſind meiſt gelb oder gelblichbraun gefärbt, wie der Sand der Wüſte. Die Polarthiere, welche auf Eis und Schnee leben, ſind weiß oder grau, wie Eis und Schnee. Viele von dieſen ändern ihre Färbung im Sommer und Winter. Im Sommer, wenn der Schnee theilweis vergeht, wird das Fell dieſer Polarthiere graubraun oder ſchwärzlich wie der nackte Erdboden, während es im Winter wieder weiß wird. Schmetterlinge und Kolibris, welche die bunten, glänzenden Blüthen umſchweben, gleichen dieſen in der Färbung. Darwin erklärt nun dieſe auffallende Thatſache ganz einfach dadurch, daß eine ſolche Färbung, die mit der des Wohnortes übereinſtimmt, den betreffenden Thieren von größtem Nutzen iſt. Wenn dieſe Thiere Raubthiere ſind, ſo werden ſie ſich dem Gegenſtand ihres Appetits viel ſicherer und unbemerkter nähern können, und ebenſo werden die von ihnen verfolgten Thiere viel leichter entfliehen können, wenn ſie ſich in der Färbung möglichſt wenig von ihrer Umgebung unterſcheiden. Wenn alſo urſprünglich eine Thierart in allen Farben variirte, ſo werden diejenigen Individuen, deren Farbe am meiſten derjenigen ihrer Umgebung glich, im Kampf um's Daſein am meiſten begünſtigt geweſen ſein. Sie blieben unbemerkter, erhielten ſich und pflanzten ſich fort, während die anders gefärbten Individuen oder Spielarten ausſtarben.

Aus derſelben gleichfarbigen Zuchtwahl habe ich verſucht, die merkwürdige Waſſerähnlichkeit der pelagiſchen Glasthiere zu erklären, die wunderbare Thatſache, daß die Mehrzahl der pelagiſchen Thiere, d. h. derer, welche an der Oberfläche der offenen See leben, bläulich oder ganz farblos und glasartig durchſichtig iſt, wie das Waſſer ſelbſt.

Solch farbloſe, glasartige Thiere kommen in den verſchiedenſten Klaſſen vor. Es gehören dahin unter den Fiſchen die Helmichthyiden, durch deren glashellen Körper hindurch man die Schrift eines Buches leſen kann; unter den Weichthieren die Floſſenſchnecken und Kielſchnecken; unter den Würmern die Salpen, Alciope und Sagitta; ferner ſehr zahlreiche pelagiſche Krebsthiere (Cruſtaceen) und der größte Theil der Meduſen (Schirmquallen, Kammquallen u. ſ. w.). Alle dieſe pelagiſchen Thiere, welche an der Oberfläche des offenen Meeres ſchwimmen, ſind glasartig durchſichtig und farblos, wie das Waſſer ſelbſt, während ihre nächſten Verwandten, die auf dem Grunde des Meeres leben, gefärbt und undurchſichtig wie die Landbewohner ſind. Auch dieſe merkwürdige Thatſache läßt ſich ebenſo wie die ſympathiſche Färbung der Landbewohner durch die natürliche Züchtung erklären. Unter den Voreltern der pelagiſchen Glasthiere, welche einen verſchiedenen Grad von Farbloſigkeit und Durchſichtigkeit zeigten, werden diejenigen, welche am meiſten farblos und durchſichtig waren, offenbar in dem lebhaften Kampf um's Daſein, der an der Meeresoberfläche ſtattfindet, am meiſten begünſtigt geweſen ſein. Sie konnten ſich ihrer Beute am leichteſten unbemerkt nähern, und wurden ſelbſt von ihren Feinden am wenigſten bemerkt. So konnten ſie ſich leichter erhalten und fortpflanzen, als ihre mehr gefärbten und undurchſichtigen Verwandten, und ſchließlich erreichte, durch gehäufte Anpaſſung und Vererbung, durch natürliche Ausleſe im Laufe vieler Generationen, der Körper denjenigen Grad von glasartiger Durchſichtigkeit und Farbloſigkeit, den wir gegenwärtig an den pelagiſchen Glasthieren bewundern (Gen. Morph. II, 242).

Nicht minder intereſſant und lehrreich, als die gleichfarbige Zuchtwahl, iſt diejenige Art der natürlichen Züchtung, welche Darwin die ſexuelle oder geſchlechtliche Zuchtwahl nennt, und welche beſonders die Entſtehung der ſogenannten „ſekundären Sexualcharaktere" erklärt. Wir haben dieſe untergeordneten Geſchlechtscharaktere, die in ſo vieler Beziehung lehrreich ſind, ſchon früher erwähnt, und verſtanden darunter ſolche Eigenthümlichkeiten der Thiere und

Pflanzen, welche bloß einem der beiden Geschlechter zukommen, und welche nicht in unmittelbarer Beziehung zu der Fortpflanzungsthätigkeit selbst stehen. (Vergl. oben S. 188.) Solche sekundäre Geschlechtscharaktere kommen in großer Mannichfaltigkeit bei den Thieren vor. Sie wissen Alle, wie auffallend sich bei vielen Vögeln und Schmetterlingen die beiden Geschlechter durch Größe und Färbung unterscheiden. Meistens ist hier das Männchen das größere und schönere Geschlecht. Oft besitzt dasselbe besondere Zierrathe oder Waffen, wie z. B. der Sporn und Federkragen des Hahns, das Geweih der männlichen Hirsche und Rehe u. s. w. Alle diese Eigenthümlichkeiten des einen Geschlechtes haben mit der Fortpflanzung selbst, welche durch die „primären Sexualcharaktere", die eigentlichen Geschlechtsorgane, vermittelt wird, unmittelbar Nichts zu thun.

Die Entstehung dieser merkwürdigen „sekundären Sexualcharaktere" erklärt nun Darwin einfach durch die Auslese oder Selection, welche bei der Fortpflanzung der Thiere geschieht. Bei den meisten Thieren ist die Zahl der Individuen beiderlei Geschlechts mehr oder weniger ungleich; entweder ist die Zahl der weiblichen oder die der männlichen Individuen größer, und wenn die Fortpflanzungszeit herannaht, findet in der Regel ein Kampf zwischen den betreffenden Nebenbuhlern um Erlangung der Thiere des anderen Geschlechtes statt. Es ist bekannt, mit welcher Kraft und Heftigkeit gerade bei den höchsten Thieren, bei den Säugethieren und Vögeln, besonders bei den in Polygamie lebenden, dieser Kampf gefochten wird. Bei den Hühnervögeln, wo auf einen Hahn zahlreiche Hennen kommen, findet zur Erlangung eines möglichst großen Harems ein lebhafter Kampf zwischen den mitbewerbenden Hähnen statt. Dasselbe gilt von vielen Wiederkäuern. Bei den Hirschen und Rehen z. B. entstehen zur Zeit der Fortpflanzung gefährliche Kämpfe zwischen den Männchen um den Besitz der Weibchen. Der sekundäre Sexualcharakter, welcher hier die Männchen auszeichnet, das Geweih der Hirsche und Rehe, das den Weibchen fehlt, ist nach Darwin die Folge jenes Kampfes. Hier ist also nicht, wie beim Kampf um die individuelle Existenz, die Selbst-

erhaltung, ſondern die Erhaltung der Art, die Fortpflanzung, das Motiv und die beſtimmende Urſache des Kampfes. Es giebt eine ganze Menge von Waffen, die in dieſer Weiſe von den Thieren erworben wurden, ſowohl paſſive Schutzwaffen als aktive Angriffswaffen. Eine ſolche Schutzwaffe iſt zweifelsohne die Mähne des Löwen, die dem Weibchen abgeht; ſie iſt bei den Biſſen, die die männlichen Löwen ſich am Halſe beizubringen ſuchen, wenn ſie um die Weibchen kämpfen, ein tüchtiges Schutzmittel; und daher ſind die mit der ſtärkſten Mähne verſehenen Männchen in dem ſexuellen Kampfe am Meiſten begünſtigt. Eine ähnliche Schutzwaffe iſt die Wamme des Stiers und der Federkragen des Hahns. Aktive Angriffswaffen ſind dagegen das Geweih des Hirſches, der Hauzahn des Ebers, der Sporn des Hahns und der entwickelte Oberkiefer des männlichen Hirſchkäfers; alles Inſtrumente, welche beim Kampfe der Männchen um die Weibchen zur Vernichtung oder Vertreibung der Nebenbuhler dienen.

In den letzterwähnten Fällen ſind es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe der Nebenbuhler, welche die Entſtehung des ſekundären Sexualcharakters bedingen. Außer dieſen unmittelbaren Vernichtungskämpfen ſind aber bei der geſchlechtlichen Ausleſe auch die mehr mittelbaren Wettkämpfe von großer Wichtigkeit, welche auf die Nebenbuhler nicht minder umbildend einwirken. Dieſe beſtehen vorzugsweiſe darin, daß das werbende Geſchlecht dem anderen zu gefallen ſucht: durch äußeren Putz, durch Schönheit, oder durch eine melodiſche Stimme. Darwin meint, daß die ſchöne Stimme der Singvögel weſentlich auf dieſem Wege entſtanden iſt. Bei vielen Vögeln findet ein wirklicher Sängerkrieg zwiſchen den Männchen ſtatt, die um den Beſitz der Weibchen kämpfen. Von mehreren Singvögeln weiß man, daß zur Zeit der Fortpflanzung die Männchen ſich zahlreich vor den Weibchen verſammeln und vor ihnen ihren Geſang erſchallen laſſen, und daß dann die Weibchen denjenigen Sänger, welcher ihnen am beſten gefällt, zu ihrem Gemahl erwählen. Bei anderen Singvögeln laſſen die einzelnen Männchen in der Einſamkeit des Waldes ihren Geſang ertönen, um die Weibchen an-

zulocken, und dieſe folgen dem anziehendſten Locktone. Ein ähnlicher muſikaliſcher Wettkampf, der allerdings weniger melodiſch iſt, findet bei den Cikaden und Heuſchrecken ſtatt. Bei den Cikaden hat das Männchen am Unterleib zwei trommelartige Inſtrumente und erzeugt damit die ſcharfen zirpenden Töne, welche die alten Griechen ſeltſamer Weiſe als ſchöne Muſik prieſen. Bei den Heuſchrecken bringen die Männchen, theils indem ſie die Hinterſchenkel wie Violinbogen an den Flügeldecken reiben, theils durch Reiben der Flügeldecken an einander, Töne hervor, die für uns allerdings nicht melodiſch ſind, die aber den weiblichen Heuſchrecken ſo gut gefallen, daß ſie die am beſten geigenden Männchen ſich ausſuchen.

Bei anderen Inſekten und Vögeln iſt es nicht der Geſang oder überhaupt die muſikaliſche Leiſtung, ſondern der Putz oder die Schönheit des einen Geſchlechts, welches das andere anzieht. So finden wir, daß bei den meiſten Hühnervögeln die Hähne durch Hautlappen auf dem Kopfe ſich auszeichnen, oder durch einen ſchönen Schweif, den ſie radartig ausbreiten, wie z. B. der Pfau und der Truthahn. Auch der prachtvolle Schweif des Paradiesvogels iſt eine ausſchließliche Zierde des männlichen Geſchlechts. Ebenſo zeichnen ſich bei ſehr vielen anderen Vögeln und bei ſehr vielen Inſekten, namentlich Schmetterlingen, die Männchen durch beſondere Farben oder andere Zierden vor den Weibchen aus. Offenbar ſind dieſelben Produkte der ſexuellen Züchtung. Da den Weibchen dieſe Reize und Verzierungen fehlen, ſo müſſen wir ſchließen, daß dieſelben von den Männchen im Wettkampf um die Weibchen erſt mühſam erworben worden ſind, wobei die Weibchen ausleſend wirkten.

Die Anwendung dieſes intereſſanten Schluſſes auf die menſchliche Geſellſchaft können Sie ſich ſelbſt leicht im Einzelnen ausmalen. Offenbar ſind auch hier dieſelben Urſachen bei der Ausbildung der ſekundären Sexualcharaktere wirkſam geweſen. Ebenſowohl die Vorzüge, welche den Mann, als diejenigen, welche das Weib auszeichnen, verdanken ihren Urſprung ganz gewiß größtentheils der ſexuellen Ausleſe des anderen Geſchlechts. Im Alterthum und im Mittelalter, beſon-

ders in der romantiſchen Ritterzeit, waren es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe, die Turniere und Duelle, welche die Brautwahl vermittelten; der Stärkere führte die Braut heim. In neuerer Zeit dagegen ſind die mittelbaren Wettkämpfe der Nebenbuhler beliebter, welche mittelſt muſikaliſcher Leiſtungen, Spiel und Geſang, oder mittelſt körperlicher Reize, natürlicher Schönheit oder künſtlichen Putzes, in unſeren ſogenannten „feinen" und „hochciviliſirten" Geſellſchaften ausgekämpft werden. Bei weitem am Wichtigſten aber von dieſen verſchiedenen Formen der Geſchlechtswahl des Menſchen iſt die am meiſten veredelte Form derſelben, nämlich die pſychiſche Ausleſe, bei welcher die geiſtigen Vorzüge des einen Geſchlechts beſtimmend auf die Wahl des anderen einwirken. Indem der am höchſten veredelte Kulturmenſch ſich bei der Wahl der Lebensgefährtin Generationen hindurch von den Seelenvorzügen derſelben leiten ließ, und dieſe auf die Nachkommenſchaft vererbte, half er mehr, als durch vieles Andere, die tiefe Kluft ſchaffen, welche ihn gegenwärtig von den roheſten Naturvölkern und von unſeren gemeinſamen thieriſchen Voreltern trennt. Ueberhaupt iſt die Rolle, welche die geſteigerte ſexuelle Zuchtwahl, und ebenſo die Rolle, welche die vorgeſchrittene Arbeitstheilung zwiſchen beiden Geſchlechtern beim Menſchen ſpielt, höchſt bedeutend, und ich glaube, daß hierin eine der mächtigſten Urſachen zu ſuchen iſt, welche die phylogenetiſche Entſtehung und die hiſtoriſche Entwickelung des Menſchengeſchlechts bewirkten (Gen. Morph. II, 247).

Da Darwin in ſeinem 1871 erſchienenen, höchſt intereſſanten Werke über „die Abſtammung des Menſchen und die geſchlechtliche Zuchtwahl"[48]) dieſen Gegenſtand in der geiſtreichſten Weiſe erörtert und durch die merkwürdigſten Beiſpiele erläutert hat, verweiſe ich Sie bezüglich des Näheren auf dieſes Werk. Laſſen Sie uns dagegen jetzt noch einen Blick auf zwei äußerſt wichtige organiſche Grundgeſetze werfen, welche ſich durch die Selectionstheorie als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Daſein erklären laſſen, nämlich das Geſetz der Arbeitstheilung oder Differenzirung und das Geſetz des Fortſchritts oder der Ver-

vollkommnung. Man war früher, als man in der geſchichtlichen Entwickelung, in der individuellen Entwickelung und in der vergleichenden Anatomie der Thiere und Pflanzen durch die Erfahrung dieſe beiden Geſetze kennen lernte, geneigt, dieſelben wieder auf eine unmittelbare ſchöpferiſche Einwirkung zurückzuführen. Es ſollte in dem zweckmäßigen Plane des Schöpfers gelegen haben, die Formen der Thiere und Pflanzen im Laufe der Zeit immer mannichfaltiger auszubilden und immer vollkommener zu geſtalten. Wir werden offenbar einen großen Schritt in der Erkenntniß der Natur thun, wenn wir dieſe teleologiſche und anthropomorphe Vorſtellung zurückweiſen, und die beiden Geſetze der Arbeitstheilung und Vervollkommnung als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampfe um's Daſein nachweiſen können.

Das erſte große Geſetz, welches unmittelbar und mit Nothwendigkeit aus der natürlichen Züchtung folgt, iſt dasjenige der Sonderung oder Differenzirung, welche man auch häufig als Arbeitstheilung oder Polymorphismus bezeichnet und welche Darwin als Divergenz des Charakters erläutert. (Gen. Morph. II, 249.) Wir verſtehen darunter die allgemeine Neigung aller organiſchen Individuen, ſich in immer höherem Grade ungleichartig auszubilden und von dem gemeinſamen Urbilde zu entfernen. Die Urſache dieſer allgemeinen Neigung zur Sonderung und der dadurch bewirkten Hervorbildung ungleichartiger Formen aus gleichartiger Grundlage iſt nach Darwin einfach auf den Umſtand zurückzuführen, daß der Kampf um's Daſein zwiſchen je zwei Organismen um ſo heftiger entbrennt, je näher ſich dieſelben in jeder Beziehung ſtehen, je gleichartiger ſie ſind. Dies iſt ein ungemein wichtiges und eigentlich äußerſt einfaches Verhältniß, welches aber gewöhnlich gar nicht gehörig in's Auge gefaßt wird.

Es wird Jedem von Ihnen einleuchten, daß auf einem Acker von beſtimmter Größe neben den Kornpflanzen, die dort ausgeſäet ſind, eine große Anzahl von Unkräutern exiſtiren können, und zwar an Stellen, welche nicht von den Kornpflanzen eingenommen werden könnten.

Die trockeneren, ſterileren Stellen des Bodens, auf denen keine Kornpflanze gedeihen würde, können noch zum Unterhalt von Unkraut verſchiedener Art dienen; und zwar werden davon um ſo mehr verſchiedene Arten und Individuen neben einander exiſtiren können, je beſſer die verſchiedenen Unkrautarten geeignet ſind, ſich den verſchiedenen Stellen des Ackerbodens anzupaſſen. Ebenſo iſt es mit den Thieren. Offenbar können in einem und demſelben beſchränkten Bezirk eine viel größere Anzahl von thieriſchen Individuen zuſammenleben, wenn dieſelben von mannichfach verſchiedener Natur, als wenn ſie alle gleich ſind. Es giebt Bäume (wie z. B. die Eiche), auf welchen ein paar hundert verſchiedene Inſektenarten neben einander leben. Die einen nähren ſich von den Früchten des Baumes, die anderen von den Blättern, noch andere von der Rinde, der Wurzel u. ſ. f. Es wäre ganz unmöglich, daß die gleiche Zahl von Individuen auf dieſem Baume lebte, wenn alle von einer Art wären, wenn z. B. alle nur von der Rinde oder nur von den Blättern lebten. Ganz daſſelbe iſt in der menſchlichen Geſellſchaft der Fall. In einer und derſelben kleinen Stadt kann eine beſtimmte Anzahl von Handwerkern nur leben, wenn dieſelben verſchiedene Geſchäfte betreiben. Die Arbeitstheilung, welche ſowohl der ganzen Gemeinde, als auch dem einzelnen Arbeiter den größten Nutzen bringt, iſt eine unmittelbare Folge des Kampfes um's Daſein, der natürlichen Züchtung; denn dieſer Kampf iſt um ſo leichter zu beſtehen, je mehr ſich die Thätigkeit und ſomit auch die Form der verſchiedenen Individuen von einander entfernt. Natürlich wirkt die verſchiedene Funktion umbildend auf die Form zurück, und die phyſiologiſche Arbeitstheilung bedingt nothwendig die morphologiſche Differenzirung, die „Divergenz des Charakters“ [37]).

Nun bitte ich Sie wieder zu erwägen, daß alle Thier- und Pflanzenarten veränderlich ſind, und die Fähigkeit beſitzen, ſich an verſchiedenen Orten den lokalen Verhältniſſen anzupaſſen. Die Spielarten, Varietäten oder Raſſen einer jeden Species werden ſich den Anpaſſungsgeſetzen gemäß um ſo mehr von der urſprünglichen Stammart entfernen, je verſchiedenartiger die neuen Verhältniſſe ſind, denen ſie

ſich anpaſſen. Wenn wir nun dieſe von einer gemeinſamen Grundform ausgehenden Varietäten uns in Form eines verzweigten Strahlenbüſchels vorſtellen, ſo werden diejenigen Spielarten am beſten neben einander exiſtiren und ſich fortpflanzen können, welche am weiteſten von einander entfernt ſind, welche an den Enden der Reihe oder auf entgegengeſetzten Seiten des Büſchels ſtehen. Die in der Mitte ſtehenden Uebergangsformen dagegen haben den ſchwierigſten Stand im Kampfe um's Daſein. Die nothwendigen Lebensbedürfniſſe ſind bei den extremen, am weiteſten auseinander gehenden Spielarten am meiſten verſchieden, und daher werden dieſe in dem allgemeinen Kampfe um's Daſein am wenigſten in ernſtlichen Konflikt gerathen. Die vermittelnden Zwiſchenformen dagegen, welche ſich am wenigſten von der urſprünglichen Stammform entfernt haben, theilen mehr oder minder dieſelben Lebensbedürfniſſe, und daher werden ſie in der Mitbewerbung um dieſelben am meiſten zu kämpfen haben und am gefährlichſten bedroht ſein. Wenn alſo zahlreiche Varietäten oder Spielarten einer Species auf einem und demſelben Fleck der Erde mit einander leben, ſo können viel eher die Extreme, die am meiſten abweichenden Formen, neben einander fort beſtehen, als die vermittelnden Zwiſchenformen, welche mit jedem der verſchiedenen Extreme zu kämpfen haben. Die letzteren werden auf die Dauer den feindlichen Einflüſſen nicht widerſtehen können, welche die erſteren ſiegreich überwinden. Dieſe allein erhalten ſich, pflanzen ſich fort, und ſind nun nicht mehr durch vermittelnde Uebergangsformen mit der urſprünglichen Stammart verbunden. So entſtehen aus Varietäten „gute Arten". Der Kampf um's Daſein begünſtigt nothwendig die allgemeine Divergenz oder das Auseinandergehen der organiſchen Formen, die beſtändige Neigung der Organismen, neue Arten zu bilden. Dieſe beruht nicht auf einer myſtiſchen Eigenſchaft, auf einem unbekannten Bildungstrieb der Organismen, ſondern auf der Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung im Kampfe um's Daſein. Indem von den Varietäten einer jeden Species die vermittelnden Zwiſchenformen erlöſchen und die Uebergangsglieder ausſterben, geht der Divergenz-

prozeß immer weiter, und bildet in den Extremen Geſtalten aus, die wir als neue Arten unterſcheiden.

Obgleich alle Naturforſcher die Variabilität oder Veränderlichkeit aller Thier- und Pflanzenarten zugeben müſſen, haben doch die meiſten bisher beſtritten, daß die Abänderung oder Umbildung der organiſchen Form die urſprüngliche Grenze des Speciescharakters überſchreite. Unſere Gegner halten an dem Satze feſt: „Soweit auch eine Art in Varietätenbüſchel aus einander gehen mag, ſo ſind die Spielarten oder Varietäten derſelben doch niemals in dem Grade von einander unterſchieden, wie zwei wirkliche gute Arten.“ Dieſe Behauptung, die gewöhnlich von Darwin's Gegnern an die Spitze ihrer Beweisführung geſtellt wird, iſt vollkommen unhaltbar und unbegründet. Dies wird Ihnen ſofort klar, ſobald Sie kritiſch die verſchiedenen Verſuche vergleichen, den Begriff der Species oder Art feſtzuſtellen. Was eigentlich eine „echte oder gute Art“ („Bona species“) ſei, dieſe Frage vermag kein Naturforſcher zu beantworten, trotzdem jeder Syſtematiker täglich dieſe Ausdrücke gebraucht, und trotzdem ganze Bibliotheken über die Frage geſchrieben worden ſind, ob dieſe oder jene beobachtete Form eine Species oder Varietät, eine wirklich gute oder ſchlechte Art ſei. Die am meiſten verbreitete Antwort auf dieſe Frage war folgende: „Zu einer Art gehören alle Individuen, die in allen weſentlichen Merkmalen übereinſtimmen. Weſentliche Speciescharaktere ſind aber ſolche, welche beſtändig oder konſtant ſind, und niemals abändern oder variiren.“ Sobald nun aber der Fall eintrat, daß ein Merkmal, das man bisher für weſentlich hielt, dennoch abänderte, ſo ſagte man: „Dieſes Merkmal iſt für die Art nicht weſentlich geweſen, denn weſentliche Charaktere variiren nicht.“ Man bewegte ſich alſo in einem offenbaren Zirkelſchluß, und die Naivetät iſt wirklich erſtaunlich, mit der dieſe Kreisbewegung der Artdefinition in Tauſenden von Büchern als unumſtößliche Wahrheit hingeſtellt und immer noch wiederholt wird.

Ebenſo wie dieſer, ſo ſind auch alle übrigen Verſuche, welche man zu einer feſten und logiſchen Begriffsbeſtimmung der organiſchen

„Species“ gemacht hat, völlig fruchtlos und vergeblich geweſen. Der Natur der Sache nach kann es nicht anders ſein. Der Begriff der Species iſt ebenſo gut relativ, und nicht abſolut, wie der Begriff der Varietät, Gattung, Familie, Ordnung, Klaſſe u. ſ. w. Ich habe dies in der Kritik des Speciesbegriffs in meiner generellen Morphologie theoretiſch nachgewieſen (Gen. Morph. II, 323—364). Praktiſch habe ich dieſen Beweis in meinem „Syſtem der Kalkſchwämme“ geliefert[50]). Bei dieſen merkwürdigen Thieren erſcheint die übliche Species-Unterſcheidung völlig willkürlich. Ich will mit dieſer Erörterung hier keine Zeit verlieren, und nur noch ein paar Worte über das Verhältniß der Species zur Baſtardzeugung ſagen. Früher galt es als Dogma, daß zwei gute Arten niemals mit einander Baſtarde zeugen könnten, welche ſich als ſolche fortpflanzten. Man berief ſich dabei faſt immer auf die Baſtarde von Pferd und Eſel, die Maulthiere und Mauleſel, die in der That nur ſelten ſich fortpflanzen können. Allein ſolche unfruchtbare Baſtarde ſind, wie ſich herausgeſtellt hat, ſeltene Ausnahmen, und in der Mehrzahl der Fälle ſind Baſtarde zweier ganz verſchiedenen Arten fruchtbar und können ſich fortpflanzen. Faſt immer können ſie mit einer der beiden Elternarten, bisweilen aber auch rein unter ſich fruchtbar ſich vermiſchen. Daraus können aber nach dem „Geſetze der vermiſchten Vererbung“ ganz neue Formen entſtehen.

In der That iſt ſo die Baſtardzeugung eine Quelle der Entſtehung neuer Arten, verſchieden von der bisher betrachteten Quelle der natürlichen Züchtung. Schon früher habe ich gelegentlich ſolche Baſtard-Arten (Species hybridae) angeführt, insbeſondere das Haſenkaninchen (Lepus Darwinii), welches aus der Kreuzung von Haſen-Männchen mit Kaninchen-Weibchen entſprungen iſt, das Ziegenſchaf (Capra ovina), welches aus der Paarung des Ziegenbocks mit dem weiblichen Schafe entſtanden iſt, ferner verſchiedene Arten der Diſteln (Cirsium), der Brombeeren (Rubus) u. ſ. w. (S. 130—132). Vielleicht ſind viele wilde Species auf dieſem Wege entſtanden, wie es auch Linné ſchon annahm.

Jedenfalls aber beweiſen dieſe Baſtard-Arten, die ſich ſo gut wie reine Species erhalten und fortpflanzen, daß die Baſtardzeugung nicht dazu dienen kann, den Begriff der Species irgendwie zu charakteriſiren.

Daß die vielen vergeblichen Verſuche, den Speciesbegriff theoretiſch feſtzuſtellen, mit der praktiſchen Speciesunterſcheidung gar Nichts zu thun haben, wurde ſchon früher angeführt (S. 45). Die verſchiedenartige praktiſche Verwerthung des Speciesbegriffs, wie ſie ſich in der ſyſtematiſchen Zoologie und Botanik durchgeführt findet, iſt ſehr lehrreich für die Erkenntniß der menſchlichen Thorheit. Die bei weitem überwiegende Mehrzahl der Zoologen und Botaniker war bisher bei Unterſcheidung und Beſchreibung der verſchiedenen Thier- und Pflanzenformen vor Allem beſtrebt, die verwandten Formen als „gute Species“ ſcharf zu trennen. Allein eine ſcharfe und folgerichtige Unterſcheidung ſolcher „echten und guten Arten“ zeigte ſich faſt nirgends möglich. Es giebt nicht zwei Zoologen, nicht zwei Botaniker, welche in allen Fällen darüber einig wären, welche von den nahe verwandten Formen einer Gattung gute Arten ſeien und welche nicht. Alle Autoren haben darüber verſchiedene Anſichten. Bei der Gattung Hieracium z. B., einer der gemeinſten deutſchen Pflanzengattungen, hat man über 300 Arten in Deutſchland allein unterſchieden. Der Botaniker Fries läßt davon aber nur 106, Koch nur 52 als „gute Arten“ gelten, und Andere nehmen deren kaum 20 an. Ebenſo groß ſind die Differenzen bei den Brombeerarten (Rubus). Wo der eine Botaniker über hundert Arten macht, nimmt der zweite bloß etwa die Hälfte, ein dritter nur fünf bis ſechs oder noch weniger Arten an. Die Vögel Deutſchlands kennt man ſeit längerer Zeit ſehr genau. Bechſtein hat in ſeiner ſorgfältigen Naturgeſchichte der deutſchen Vögel 367 Arten unterſchieden, L. Reichenbach 379, Meyer und Wolf 406, und der vogelkundige Paſtor Brehm ſogar mehr als 900 verſchiedene Arten. Von den Kalkſchwämmen habe ich ſelbſt gezeigt, daß man darunter nach Belieben 3 Arten, oder 21 oder 111 oder 289 oder 591 Species unterſcheiden kann[50]).

Sie ſehen alſo, daß die größte Willkür hier wie in jedem anderen Gebiete der zoologiſchen und botaniſchen Syſtematik herrſcht, und der Natur der Sache nach herrſchen muß. Denn es iſt ganz unmöglich, Varietäten, Spielarten und Raſſen von den ſogenannten „guten Arten“ ſcharf zu unterſcheiden. Varietäten ſind beginnende Arten. Aus der Variabilität oder Anpaſſungsfähigkeit der Arten folgt mit Nothwendigkeit unter dem Einfluſſe des Kampfes um's Daſein die immer weiter gehende Sonderung oder Differenzirung der Spielarten, die beſtändige Divergenz der neuen Formen, und indem dieſe durch Erblichkeit eine Anzahl von Generationen hindurch konſtant erhalten werden, während die vermittelnden Zwiſchenformen ausſterben, bilden ſie ſelbſtſtändige „neue Arten“. Die Entſtehung neuer Species durch die Arbeitstheilung oder Sonderung, Divergenz oder Differenzirung der Varietäten, iſt mithin eine nothwendige Folge der natürlichen Züchtung[17]).

Daſſelbe gilt nun auch von dem zweiten großen Geſetze, welches wir unmittelbar aus der natürlichen Züchtung ableiten, und welches dem Divergenzgeſetze zwar ſehr nahe verwandt, aber keineswegs damit identiſch iſt, nämlich von dem Geſetze des Fortſchritts (Progressus) oder der Vervollkommnung (Teleosis). (Gen. Morph. II, 257.) Auch dieſes große und wichtige Geſetz iſt gleich dem Differenzirungsgeſetze längſt empiriſch durch die paläontologiſche Erfahrung feſtgeſtellt worden, ehe uns Darwin's Selectionstheorie den Schlüſſel zu ſeiner urſächlichen Erklärung lieferte. Die meiſten ausgezeichneten Paläontologen haben das Fortſchrittsgeſetz als allgemeinſtes Reſultat ihrer Unterſuchungen über die Verſteinerungen und deren hiſtoriſche Reihenfolge hingeſtellt, ſo namentlich der verdienſtvolle Bronn, deſſen Unterſuchungen über die Geſtaltungsgeſetze[18]) und Entwickelungsgeſetze[19]) der Organismen, obwohl wenig gewürdigt, dennoch vortrefflich ſind, und die allgemeinſte Beachtung verdienen. Die allgemeinen Reſultate, zu welchen Bronn bezüglich des Differenzirungs- und Fortſchrittsgeſetzes auf rein empiriſchem Wege, durch

außerordentlich fleißige und ſorgfältige Unterſuchungen gekommen iſt, ſind glänzende Beſtätigungen der Selectionstheorie.

Das Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung konſtatirt auf Grund der paläontologiſchen Erfahrung die äußerſt wichtige Thatſache, daß zu allen Zeiten des organiſchen Lebens auf der Erde eine beſtändige Zunahme in der Vollkommenheit der organiſchen Bildungen ſtattgefunden hat. Seit jener unvordenklichen Zeit, in welcher das Leben auf unſerem Planeten mit der Urzeugung von Moneren begann, haben ſich die Organismen aller Gruppen beſtändig im Ganzen wie im Einzelnen vervollkommnet und höher ausgebildet. Die ſtetig zunehmende Mannichfaltigkeit der Lebensformen war ſtets zugleich von Fortſchritten in der Organiſation begleitet. Je tiefer Sie in die Schichten der Erde hinabſteigen, in welchen die Reſte der ausgeſtorbenen Thiere und Pflanzen begraben liegen, je älter die letzteren mithin ſind, deſto einförmiger, einfacher und unvollkommener ſind ihre Geſtalten. Dies gilt ſowohl von den Organismen im Großen und Ganzen, als von jeder einzelnen größeren oder kleineren Gruppe derſelben, abgeſehen natürlich von jenen Ausnahmen, die durch Rückbildung einzelner Formen entſtehen.

Zur Beſtätigung dieſes Geſetzes will ich Ihnen hier wieder nur die wichtigſte von allen Thiergruppen, den Stamm der Wirbelthiere, anführen. Die älteſten foſſilen Wirbelthierreſte, welche wir kennen, gehören der tiefſtehenden Fiſchklaſſe an. Auf dieſe folgten ſpäterhin die vollkommneren Amphibien, dann die Reptilien, und endlich in noch viel ſpäterer Zeit die höchſtorganiſirten Wirbelthierklaſſen, die Vögel und Säugethiere. Von den letzteren erſchienen zuerſt nur die niedrigſten und unvollkommenſten Formen, ohne Placenta, die Beutelthiere, und viel ſpäter wiederum die vollkommneren Säugethiere, mit Placenta. Auch von dieſen traten zuerſt nur niedere, ſpäter höhere Formen auf, und erſt in der jüngeren Tertiärzeit entwickelte ſich aus den letzteren allmählich der Menſch.

Verfolgen Sie die hiſtoriſche Entwickelung des Pflanzenreichs, ſo finden Sie hier daſſelbe Geſetz beſtätigt. Auch von den Pflanzen

exiſtirte anfänglich bloß die niedrigſte und unvollkommenſte Klaſſe, diejenige der Algen oder Tange. Auf dieſe folgte ſpäter die Gruppe der farnkrautartigen Pflanzen oder Filicinen. Aber noch exiſtirten keine Blüthenpflanzen oder Phanerogamen. Dieſe begannen erſt ſpäter mit den Gymnoſpermen (Nadelhölzern und Cycadeen), welche in ihrer ganzen Bildung tief unter den übrigen Blüthenpflanzen (Angioſpermen) ſtehen, und den Uebergang von den Filicinen zu den Angioſpermen vermitteln. Dieſe letzteren entwickelten ſich wiederum viel ſpäter, und zwar waren auch hier anfangs bloß kronenloſe Blüthenpflanzen (Monocotyledonen und Monochlamydeen), ſpäter erſt kronenblüthige (Dichlamydeen) vorhanden. Endlich gingen unter dieſen wieder die niederen Diapetalen den höheren Gamopetalen voraus. Dieſe ganze Reihenfolge iſt ein unwiderleglicher Beweis für das Geſetz der fortſchreitenden Entwickelung.

Fragen wir nun, wodurch dieſe Thatſache bedingt iſt, ſo kommen wir wiederum, gerade ſo wie bei der Thatſache der Differenzirung, auf die natürliche Züchtung im Kampf um das Daſein zurück. Wenn ſie noch einmal den ganzen Vorgang der natürlichen Züchtung, wie er durch die verwickelte Wechſelwirkung der verſchiedenen Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze ſich geſtaltet, ſich vor Augen ſtellen, ſo werden Sie als die nächſte nothwendige Folge nicht allein die Divergenz des Charakters, ſondern auch die Vervollkommnung deſſelben erkennen. Wir ſehen ganz daſſelbe in der Geſchichte des menſchlichen Geſchlechts. Auch hier iſt es natürlich und nothwendig, daß die fortſchreitende Arbeitstheilung beſtändig die Menſchheit fördert, und in jedem einzelnen Zweige der menſchlichen Thätigkeit zu neuen Erfindungen und Verbeſſerungen antreibt. Im Großen und Ganzen beruht der Fortſchritt ſelbſt auf der Differenzirung und iſt daher gleich dieſer eine unmittelbare Folge der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Daſein.

Zwölfter Vortrag.

Entwickelungsgeſetze der organiſchen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie.

Entwickelungsgeſetze der Menſchheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechaniſche Urſache dieſer beiden Grundgeſetze. Fortſchritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortſchritt. Entſtehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogeneſis oder individuelle Entwickelung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derſelben. Ontogenie oder individuelle Entwickelungsgeſchichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menſchen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwickelungsgeſchichte des Centralnervenſyſtems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbelthieren. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Ontogeneſis und Phylogeneſis, der individuellen und der Stammesentwickelung. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Phylogeneſis und der ſyſtematiſchen Entwickelung. Parallelismus der drei organiſchen Entwickelungsreihen.

Meine Herren! Wenn der Menſch ſeine Stellung in der Natur begreifen und ſein Verhältniß zu der für ihn erkennbaren Erſcheinungswelt naturgemäß erfaſſen will, ſo iſt es durchaus nothwendig, daß er objektiv die menſchlichen Erſcheinungen mit den außermenſchlichen vergleicht, und vor allen mit den thieriſchen Erſcheinungen. Wir haben bereits früher geſehen, daß die ungemein wichtigen phyſiologiſchen Geſetze der Vererbung und der Anpaſſung in ganz gleicher Weiſe für den menſchlichen Organismus, wie für das Reich der Thiere

und Pflanzen ihre Geltung haben, und hier wie dort in Wechselwirkung mit einander stehen. Daher wirkt auch die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein ebenso in der menschlichen Gesellschaft, wie im Leben der Thiere und Pflanzen umgestaltend ein, ruft hier wie dort immer neue Formen hervor. Ganz besonders wichtig ist diese Vergleichung der menschlichen und der thierischen Umbildungsphänomene bei Betrachtung des Divergenzgesetzes und des Fortschrittsgesetzes, der beiden Grundgesetze, die wir am Ende des letzten Vortrags als unmittelbare und nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein nachgewiesen haben.

Ein vergleichender Ueberblick über die Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte" zeigt Ihnen zunächst als allgemeinstes Resultat eine beständig zunehmende Mannichfaltigkeit der menschlichen Thätigkeit, im einzelnen Menschenleben sowohl als im Familien- und Staatenleben. Diese Differenzirung oder Sonderung, diese stetig zunehmende Divergenz des menschlichen Charakters und der menschlichen Lebensform wird hervorgebracht durch die immer weiter gehende und tiefer greifende Arbeitstheilung der Individuen. Während die ältesten und niedrigsten Stufen der menschlichen Kultur uns überall nahezu dieselben rohen und einfachen Verhältnisse vor Augen führen, bemerken wir in jeder folgenden Periode der Geschichte eine größere Mannichfaltigkeit in Sitten, Gebräuchen und Einrichtungen bei den verschiedenen Nationen. Die zunehmende Arbeitstheilung bedingt eine steigende Mannichfaltigkeit der Formen in jeder Beziehung. Das spricht sich selbst in der menschlichen Gesichtsbildung aus. Unter den niedersten Volksstämmen gleichen sich die meisten Individuen so sehr, daß die europäischen Reisenden dieselben oft gar nicht unterscheiden können. Mit zunehmender Kultur differenzirt sich die Physiognomie der Individuen. Endlich bei den höchst entwickelten Kulturvölkern, bei Engländern und Deutschen, geht die Divergenz der Gesichtsbildung bei allen stammverwandten Individuen so weit, daß wir nur selten in die Verlegenheit kommen, zwei Gesichter gänzlich mit einander zu verwechseln.

Als zweites oberſtes Grundgeſetz tritt uns in der Völkergeſchichte das große Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung entgegen. Im Großen und Ganzen iſt die Geſchichte der Menſchheit die Geſchichte ihrer fortſchreitenden Entwickelung. Freilich kommen überall und zu jeder Zeit Rückſchritte im Einzelnen vor, oder es werden ſchiefe Bahnen des Fortſchritts eingeſchlagen, welche nur einer einſeitigen und äußerlichen Vervollkommnung entgegenführen, und dabei von dem höheren Ziele der inneren und werthvolleren Vervollkommnung ſich mehr und mehr entfernen. Allein im Großen und Ganzen iſt und bleibt die Entwickelungsbewegung der ganzen Menſchheit eine fortſchreitende, indem der Menſch ſich immer weiter von ſeinen affenartigen Vorfahren entfernt und immer mehr ſeinen ſelbſtgeſteckten idealen Zielen nähert.

Wenn ſie nun erkennen wollen, durch welche Urſachen eigentlich dieſe beiden großen Entwickelungsgeſetze der Menſchheit, das Divergenzgeſetz und das Fortſchrittsgeſetz bedingt ſind, ſo müſſen Sie dieſelben mit den entſprechenden Entwickelungsgeſetzen der Thierheit vergleichen, und Sie werden bei tieferem Eingehen nothwendig zu dem Schluſſe kommen, daß ſowohl die Erſcheinungen wie ihre Urſachen in beiden Fällen ganz dieſelben ſind. Ebenſo in dem Entwickelungsgange der Menſchenwelt wie in demjenigen der Thierwelt ſind die beiden Grundgeſetze der Differenzirung und Vervollkommnung lediglich durch rein mechaniſche Urſachen bedingt, lediglich die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Daſein.

Vielleicht hat ſich Ihnen bei der vorhergehenden Betrachtung die Frage aufgedrängt: „Sind nicht dieſe beiden Geſetze identiſch? Iſt nicht immer der Fortſchritt nothwendig mit der Divergenz verbunden?“ Dieſe Frage iſt oft bejaht worden, und Carl Ernſt Bär z. B., einer der größten Forſcher im Gebiete der Entwickelungsgeſchichte, hat als eines der oberſten Geſetze in der Ontogeneſis des Thierkörpers den Satz ausgeſprochen: „Der Grad der Ausbildung (oder Vervollkommnung) beſteht in der Stufe der Sonderung (oder Differenzirung) der Theile“[20]. So richtig dieſer Satz im Ganzen

ist, so hat er dennoch keine allgemeine Gültigkeit. Vielmehr zeigt sich in vielen einzelnen Fällen, daß Divergenz und Fortschritt keineswegs durchweg zusammenfallen. *Nicht jeder Fortschritt ist eine Differenzirung, und nicht jede Differenzirung ist ein Fortschritt.*

Was zunächst die Vervollkommnung oder den Fortschritt betrifft, so hat man schon früher, durch rein anatomische Betrachtungen geleitet, das Gesetz aufgestellt, daß allerdings die Vervollkommnung des Organismus größtentheils auf der Arbeitstheilung der einzelnen Organe und Körpertheile beruht, daß es jedoch auch andere organische Umbildungen giebt, welche einen Fortschritt in der Organisation bedingen. Eine solche ist besonders die *Zahlverminderung gleichartiger Theile*. Wenn Sie z. B. die niederen krebsartigen Gliederthiere, welche sehr zahlreiche Beinpaare besitzen, vergleichen mit den Spinnen, die stets nur vier Beinpaare, und mit den Insekten, die stets nur drei Beinpaare besitzen, so finden Sie dieses Gesetz, für welches eine Masse von Beispielen sich anführen läßt, bestätigt. Die Zahlreduktion der Beinpaare ist ein Fortschritt in der Organisation der Gliederthiere. Ebenso ist die Zahlreduktion der gleichartigen Wirbelabschnitte des Rumpfes bei den Wirbelthieren ein Fortschritt in deren Organisation. Die Fische und Amphibien mit einer sehr großen Anzahl von gleichartigen Wirbeln sind schon deshalb unvollkommener und niedriger als die Vögel und Säugethiere, bei denen die Wirbel nicht nur im Ganzen viel mehr differenzirt, sondern auch die Zahl der gleichartigen Wirbel viel geringer ist. Nach demselben Gesetze der Zahlverminderung sind ferner die Blüthen mit zahlreichen Staubfäden unvollkommener als die Blüthen der verwandten Pflanzen mit einer geringen Staubfädenzahl u. s. w. Wenn also ursprünglich eine sehr große Anzahl von gleichartigen Theilen im Körper vorhanden war, und wenn diese Zahl im Laufe zahlreicher Generationen allmählich abnahm, so war diese Umbildung eine Vervollkommnung.

Ein anderes Fortschrittsgesetz, welches von der Differenzirung ganz unabhängig, ja sogar dieser gewissermaßen entgegengesetzt er-

ſcheint, iſt das Geſetz der Centraliſation. Im Allgemeinen iſt der ganze Organismus um ſo vollkommener, je einheitlicher er organiſirt iſt, je mehr die Theile dem Ganzen untergeordnet, je mehr die Funktionen und ihre Organe centraliſirt ſind. So iſt z. B. das Blutgefäßſyſtem da am vollkommenſten, wo ein centraliſirtes Herz exiſtirt. Ebenſo iſt die zuſammengedrängte Markmaſſe, welche das Rückenmark der Wirbelthiere und das Bauchmark der höheren Gliederthiere bildet, vollkommener, als die decentraliſirte Ganglienkette der niederen Gliederthiere und das zerſtreute Ganglienſyſtem der Weichthiere. Bei der Schwierigkeit, welche die Erläuterung dieſer verwickelten Fortſchrittsgeſetze im Einzelnen hat, kann ich hier nicht näher darauf eingehen, und muß Sie bezüglich derſelben auf Bronn's treffliche „Morphologiſche Studien“ [18]) und auf meine generelle Morphologie verweiſen (Gen. Morph. I, 370, 550; II, 257—266).

Während Sie hier Fortſchrittserſcheinungen kennen lernten, die ganz unabhängig von der Divergenz ſind, ſo begegnen Sie andrerſeits ſehr häufig Differenzirungen, welche keine Vervollkommnungen, ſondern vielmehr das Gegentheil, Rückſchritte ſind. Es iſt leicht einzuſehen, daß die Umbildungen, welche jede Thier- und Pflanzenart erleidet, nicht immer Verbeſſerungen ſein können. Vielmehr ſind viele Differenzirungserſcheinungen, welche von unmittelbarem Vortheil für den Organismus ſind, inſofern ſchädlich, als ſie die allgemeine Leiſtungsfähigkeit deſſelben beeinträchtigen. Häufig findet ein Rückſchritt zu einfacheren Lebensbedingungen und durch Anpaſſung an dieſelben eine Differenzirung in rückſchreitender Richtung ſtatt. Wenn z. B. Organismen, die bisher frei lebten, ſich an das paraſitiſche Leben gewöhnen, ſo bilden ſie ſich dadurch zurück. Solche Thiere, die bisher ein wohlentwickeltes Nervenſyſtem und ſcharfe Sinnesorgane, ſowie freie Bewegung beſaßen, verlieren dieſelben, wenn ſie ſich an paraſitiſche Lebensweiſe gewöhnen; ſie bilden ſich dadurch mehr oder minder zurück. Hier iſt, für ſich betrachtet, die Differenzirung ein Rückſchritt, obwohl ſie für den paraſitiſchen Organismus ſelbſt von Vortheil iſt. Im Kampf um's Daſein würde ein ſolches Thier, das ſich

gewöhnt hat, auf Koſten Anderer zu leben, durch Beibehaltung ſeiner Augen und Bewegungswerkzeuge, die ihm nichts mehr nützen, nur an Material verlieren; und wenn es dieſe Organe einbüßt, ſo kommt dafür eine Maſſe von Ernährungsmaterial, das zur Erhaltung dieſer Theile verwandt wurde, anderen Theilen zu Gute. Im Kampf um's Daſein zwiſchen den verſchiedenen Paraſiten werden daher diejenigen, welche am wenigſten Anſprüche machen, im Vortheil vor den anderen ſein, und dies begünſtigt ihre Rückbildung.

Ebenſo wie in dieſem Falle mit den ganzen Organismen, ſo verhält es ſich auch mit den Körpertheilen des einzelnen Organismus. Auch eine Differenzirung dieſer Theile, welche zu einer theilweiſen Rückbildung, und ſchließlich ſelbſt zum Verluſt einzelner Organe führt, iſt an ſich betrachtet ein Rückſchritt, kann aber für den Organismus im Kampf um's Daſein von Vortheil ſein. Man kämpft leichter und beſſer, wenn man unnützes Gepäck fortwirft. Daher begegnen wir überall im entwickelteren Thier- und Pflanzenkörper Divergenzprozeſſen, welche weſentlich die Rückbildung und ſchließlich den Verluſt einzelner Theile bewirken. Hier tritt uns nun vor Allen die höchſt wichtige und lehrreiche Erſcheinungsreihe der rudimentären oder verkümmerten Organe entgegen.

Sie erinnern ſich, daß ich ſchon im erſten Vortrage dieſe außerordentlich merkwürdige Erſcheinungsreihe als eine der wichtigſten in theoretiſcher Beziehung hervorgehoben habe, als einen der ſchlagendſten Beweisgründe für die Wahrheit der Abſtammungslehre. Wir bezeichneten als rudimentäre Organe ſolche Theile des Körpers, die für einen beſtimmten Zweck eingerichtet und dennoch ohne Funktion ſind. Ich erinnere Sie an die Augen derjenigen Thiere, welche in Höhlen oder unter der Erde im Dunkeln leben, und daher niemals ihre Augen gebrauchen können. Bei dieſen Thieren finden wir unter der Haut verſteckt wirkliche Augen, oft gerade ſo gebildet wie die Augen der wirklich ſehenden Thiere; und dennoch funktioniren dieſe Augen niemals, und können nicht funktioniren, ſchon einfach aus dem Grunde, weil dieſelben von dem undurchſichtigen Felle überzogen ſind und da-

her kein Lichtstahl in sie hineinfällt (vergl. oben S. 13). Bei den Vorfahren dieser Thiere, welche frei am Tageslichte lebten, waren die Augen wohl entwickelt, von der durchsichtigen Hornhaut überzogen und dienten wirklich zum Sehen. Aber als sie sich nach und nach an unterirdische Lebensweise gewöhnten, sich dem Tageslicht entzogen und ihre Augen nicht mehr brauchten, wurden dieselben rückgebildet.

Sehr anschauliche Beispiele von rudimentären Organen sind ferner die Flügel von Thieren, welche nicht fliegen können, z. B. unter den Vögeln die Flügel der straußartigen Laufvögel, (Strauß, Casuar u. s. w.), bei welchen sich die Beine außerordentlich entwickelt haben. Diese Vögel haben sich das Fliegen abgewöhnt und haben dadurch den Gebrauch der Flügel verloren; allein die Flügel sind noch da, obwohl in verkümmerter Form. Sehr häufig finden Sie solche verkümmerte Flügel in der Klasse der Insekten, von denen die meisten fliegen können. Aus vergleichend anatomischen und anderen Gründen können wir mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß alle jetzt lebenden Insekten (alle Netzflügler, Heuschrecken, Käfer, Bienen, Wanzen, Fliegen, Schmetterlinge u. s. w.) von einer einzigen gemeinsamen Elternform, einem Stamminsekt abstammen, welches zwei entwickelte Flügelpaare und drei Beinpaare besaß. Nun giebt es aber sehr zahlreiche Insekten, bei denen entweder eines oder beide Flügelpaare mehr oder minder rückgebildet, und viele, bei denen sie sogar völlig verschwunden sind. In der ganzen Ordnung der Fliegen oder Dipteren z. B. ist das hintere Flügelpaar, bei den Drehflüglern oder Strepsipteren dagegen das vordere Flügelpaar verkümmert oder ganz verschwunden. Außerdem finden Sie in jeder Insektenordnung einzelne Gattungen oder Arten, bei denen die Flügel mehr oder minder rückgebildet oder verschwunden sind. Insbesondere ist letzteres bei Parasiten der Fall. Oft sind die Weibchen flügellos, während die Männchen geflügelt sind, z. B. bei den Leuchtkäfern oder Johanniskäfern (Lampyris), bei den Strepsipteren u. s. w. Offenbar ist diese theilweise oder gänzliche Rückbildung der Insektenflügel durch natürliche Züchtung im Kampf um's Dasein entstan-

den. Denn wir finden die Insekten vorzugsweise dort ohne Flügel, wo das Fliegen ihnen nutzlos oder sogar entschieden schädlich sein würde. Wenn z. B. Insekten, welche Inseln bewohnen, viel und gut fliegen, so kann es leicht vorkommen, daß sie beim Fliegen durch den Wind in das Meer geweht werden, und wenn (wie es immer der Fall ist) das Flugvermögen individuell verschieden entwickelt ist, so haben die schlechtfliegenden Individuen einen Vorzug vor den gutfliegenden; sie werden weniger leicht in das Meer geweht, und bleiben länger am Leben als die gutfliegenden Individuen derselben Art. Im Verlaufe vieler Generationen muß durch die Wirksamkeit der natürlichen Züchtung dieser Umstand nothwendig zu einer vollständigen Verkümmerung der Flügel führen. Wenn man sich diesen Schluß rein theoretisch entwickelt hätte, so könnte man nur befriedigt sein, thatsächlich denselben bewahrheitet zu finden. In der That ist auf isolirt gelegenen Inseln das Verhältniß der flügellosen Insekten zu den mit Flügeln versehenen ganz auffallend groß, viel größer als bei den Insekten des Festlandes. So sind z. B. nach Wollaston von den 550 Käferarten, welche die Insel Madeira bewohnen, 200 flügellos oder mit so unvollkommenen Flügeln versehen, daß sie nicht mehr fliegen können; und von 29 Gattungen, welche jener Insel ausschließlich eigenthümlich sind, enthalten nicht weniger als 23 nur solche Arten. Offenbar ist dieser merkwürdige Umstand nicht durch die besondere Weisheit des Schöpfers zu erklären, sondern durch die natürliche Züchtung, indem hier der erbliche Nichtgebrauch der Flügel, die Abgewöhnung des Fliegens im Kampfe mit den gefährlichen Winden, den trägeren Käfern einen großen Vortheil im Kampf um's Dasein gewährte. Bei anderen flügellosen Insekten war der Flügelmangel aus anderen Gründen vortheilhaft. An sich betrachtet ist der Verlust der Flügel ein Rückschritt; aber für den Organismus unter diesen besonderen Lebensverhältnissen ist er ein Vortheil im Kampf um's Dasein.

Von anderen rudimentären Organen will ich hier noch beispielsweise die Lungen der Schlangen und der schlangenartigen Eidechsen erwähnen. Alle Wirbelthiere, welche Lungen besitzen, Amphibien,

Reptilien, Vögel und Säugethiere, haben ein Paar Lungen, eine rechte und eine linke. Wenn aber der Körper ſich außerordentlich verdünnt und in die Länge ſtreckt, wie bei den Schlangen und ſchlangenartigen Eidechſen, ſo hat die eine Lunge neben der andern nicht mehr Platz, und es iſt für den Mechanismus der Athmung ein offenbarer Vortheil, wenn nur eine Lunge entwickelt iſt. Eine einzige große Lunge leiſtet hier mehr, als zwei kleine neben einander, und daher finden wir bei dieſen Thieren faſt durchgängig die rechte oder die linke Lunge allein ausgebildet. Die andere iſt ganz verkümmert, obwohl als unnützes Rudiment vorhanden. Ebenſo iſt bei allen Vögeln der rechte Eierſtock verkümmert und ohne Funktion; der linke Eierſtock allein iſt entwickelt und liefert alle Eier.

Daß auch der Menſch ſolche ganz unnütze und überflüſſige rudimentäre Organe beſitzt, habe ich bereits im erſten Vortrage erwähnt, und damals die Muskeln, welche die Ohren bewegen, als ſolche angeführt. Außerdem gehört hierher das Rudiment des Schwanzes, welches der Menſch in ſeinen 3—5 Schwanzwirbeln beſitzt, und welches beim menſchlichen Embryo während der beiden erſten Monate der Entwickelung noch frei hervorſteht. (Vgl. Taf. II und III.) Späterhin verbirgt es ſich vollſtändig im Fleiſche. Dieſes verkümmerte Schwänzchen des Menſchen iſt ein unwiderleglicher Zeuge für die unleugbare Thatſache, daß er von geſchwänzten Voreltern abſtammt. Beim Weibe iſt das Schwänzchen gewöhnlich um einen Wirbel länger, als beim Manne. Auch rudimentäre Muskeln ſind am Schwanze des Menſchen noch vorhanden, welche denſelben vormals bewegten.

Ein anderes rudimentäres Organ des Menſchen, welches aber bloß dem Manne zukommt, und welches ebenſo bei ſämmtlichen männlichen Säugethieren ſich findet, ſind die Milchdrüſen an der Bruſt, welche in der Regel bloß beim weiblichen Geſchlechte in Thätigkeit treten. Indeſſen kennt man von verſchiedenen Säugethieren, namentlich vom Menſchen, vom Schafe und von der Ziege, einzelne Fälle, in denen die Milchdrüſen auch beim männlichen Geſchlechte wohl entwickelt waren und Milch zur Ernährung des Jungen lieferten. Daß

auch die rudimentären Ohrenmuskeln des Menschen von einzelnen Personen in Folge andauernder Uebung noch zur Bewegung der Ohren verwendet werden können, wurde bereits früher erwähnt (S. 12). Ueberhaupt sind die rudimentären Organe bei verschiedenen Individuen derselben Art oft sehr verschieden entwickelt, bei den einen ziemlich groß, bei den anderen sehr klein. Dieser Umstand ist für ihre Erklärung sehr wichtig, ebenso wie der andere Umstand, daß sie allgemein bei den Embryonen, oder überhaupt in sehr früher Lebenszeit, viel größer und stärker im Verhältniß zum übrigen Körper sind, als bei den ausgebildeten und erwachsenen Organismen. Insbesondere ist dies leicht nachzuweisen an den rudimentären Geschlechtsorganen der Pflanzen (Staubfäden und Griffeln), welche ich früher bereits angeführt habe. Diese sind verhältnißmäßig viel größer in der jungen Blüthenknospe als in der entwickelten Blüthe.

Schon damals (S. 14) bemerkte ich, daß die rudimentären oder verkümmerten Organe zu den stärksten Stützen der monistischen oder mechanistischen Weltanschauung gehören. Wenn die Gegner derselben, die Dualisten und Teleologen, das ungeheure Gewicht dieser Thatsachen begriffen, müßten sie dadurch zur Verzweiflung gebracht werden. Die lächerlichen Erklärungsversuche derselben, daß die rudimentären Organe vom Schöpfer „der Symmetrie halber" oder „zur formalen Ausstattung" oder „aus Rücksicht auf seinen allgemeinen Schöpfungsplan" den Organismen verliehen seien, beweisen zur Genüge die völlige Ohnmacht jener verkehrten Weltanschauung. Ich muß hier wiederholen, daß, wenn wir auch gar Nichts von den übrigen Entwickelungserscheinungen wüßten, wir ganz allein schon auf Grund der rudimentären Organe die Descendenztheorie für wahr halten müßten. Kein Gegner derselben hat vermocht, auch nur einen schwachen Schimmer von einer annehmbaren Erklärung auf diese äußerst merkwürdigen und bedeutenden Erscheinungen fallen zu lassen. Es giebt beinahe keine irgend höher entwickelte Thier- oder Pflanzenform, die nicht irgend welche rudimentäre Organe hätte, und fast immer läßt sich nachweisen, daß dieselben Produkte der natürlichen Züchtung

ſind, daß ſie durch Nichtgebrauch oder durch Abgewöhnung verkümmert ſind. Es iſt der umgekehrte Bildungsprozeß, wie wenn neue Organe durch Angewöhnung an beſondere Lebensbedingungen und durch Gebrauch eines noch unentwickelten Theiles entſtehen. Zwar wird gewöhnlich von unſern Gegnern behauptet, daß die Entſtehung ganz neuer Theile ganz und gar nicht durch die Deſcendenztheorie zu erklären ſei. Indeſſen kann ich Ihnen verſichern, daß dieſe Erklärung für denjenigen, der vergleichend-anatomiſche und phyſiologiſche Kenntniſſe beſitzt, nicht die mindeſte Schwierigkeit hat. Jeder, der mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte vertraut iſt, findet in der Entſtehung ganz neuer Organe ebenſo wenig Schwierigkeit, als hier auf der anderen Seite in dem völligen Schwunde der rudimentären Organe. Das Vergehen der letzteren iſt an ſich betrachtet das Gegentheil vom Entſtehen der erſteren. Beide Prozeſſe ſind Differenzirungserſcheinungen, die wir gleich allen übrigen ganz einfach und mechaniſch aus der Wirkſamkeit der natürlichen Züchtung im Kampf um das Daſein erklären können.

Die unendlich wichtige Betrachtung der rudimentären Organe und ihrer Entſtehung, die Vergleichung ihrer paläontologiſchen und ihrer embryologiſchen Entwickelung führt uns jetzt naturgemäß zur Erwägung einer der wichtigſten und größten biologiſchen Erſcheinungsreihen, nämlich des Parallelismus, welchen uns die Fortſchritts- und Divergenzerſcheinungen in dreifach verſchiedener Beziehung darbieten. Als wir im Vorhergehenden von Vervollkommnung und Arbeitstheilung ſprachen, verſtanden wir darunter diejenigen Fortſchritts- und Sonderungsbewegungen, und diejenigen dadurch bewirkten Umbildungen, welche in dem langen und langſamen Verlaufe der Erdgeſchichte zu einer beſtändigen Veränderung der Flora und Fauna, zu einem Entſtehen neuer und Vergehen alter Thier- und Pflanzenarten geführt haben. Ganz denſelben Erſcheinungen des Fortſchritts und der Differenzirung begegnen wir nun aber auch, und zwar in derſelben Reihenfolge, wenn wir die Entſtehung, die Entwickelung und den Lebenslauf jedes einzelnen organiſchen Individuums verfolgen. Die

individuelle Entwickelung oder die Ontogenesis jedes einzelnen Organismus vom Ei an aufwärts bis zur vollendeten Form, besteht in nichts anderem, als im Wachsthum und in einer Reihe von Differenzirungs- und Fortschrittsbewegungen. Dies gilt in gleicher Weise von den Thieren, wie von den Pflanzen und Protisten. Wenn Sie z. B. die Ontogenie irgend eines Säugethiers, des Menschen, des Affen oder des Beutelthiers betrachten, oder die individuelle Entwickelung irgend eines anderen Wirbelthiers aus einer anderen Klasse verfolgen, so finden Sie überall wesentlich dieselben Erscheinungen. Jedes dieser Thiere entwickelt sich ursprünglich aus einer einfachen Zelle, dem Ei. Die Zelle vermehrt sich durch Theilung, bildet einen Zellenhaufen, und durch Wachsthum dieses Zellenhaufens, durch ungleichartige Ausbildung der ursprünglich gleichartigen Zellen, durch Arbeitstheilung und Vervollkommnung derselben, entsteht der vollkommene Organismus, dessen verwickelte Zusammensetzung wir bewundern.

Hier scheint es mir nun unerläßlich, Ihre Aufmerksamkeit etwas eingehender auf jene unendlich wichtigen und interessanten Vorgänge hinzulenken, welche die Ontogenesis oder die individuelle Entwickelung der Organismen, und ganz vorzüglich diejenige der Wirbelthiere mit Einschluß des Menschen begleiten. Ich möchte diese außerordentlich merkwürdigen und lehrreichen Erscheinungen ganz besonders Ihrem eingehendsten Nachdenken empfehlen, einerseits, weil dieselben zu den stärksten Stützen der Descendenztheorie gehören, andererseits, weil sie bisher nur von Wenigen entsprechend ihrer unermeßlichen allgemeinen Bedeutung gewürdigt worden sind.

Man muß in der That erstaunen, wenn man die tiefe Unkenntniß erwägt, welche noch gegenwärtig in den weitesten Kreisen über die Thatsachen der individuellen Entwickelung des Menschen und der Organismen überhaupt herrscht. Diese Thatsachen, deren allgemeine Bedeutung man nicht hoch genug anschlagen kann, wurden in ihren wichtigsten Grundzügen schon vor mehr als einem Jahrhundert, im Jahre 1759, von dem großen deutschen Naturforscher Caspar Friedrich Wolff in seiner klassischen „Theoria generationis“ fest-

geſtellt. Aber gleichwie Lamarck's 1809 begründete Deſcendenztheorie ein halbes Jahrhundert hindurch ſchlummerte und erſt 1859 durch Darwin zu neuem unſterblichem Leben erweckt wurde, ſo blieb auch Wolff's Theorie der Epigeneſis faſt ein halbes Jahrhundert hindurch unbekannt, und erſt nachdem Oken 1806 ſeine Entwickelungsgeſchichte des Darmkanals veröffentlicht und Meckel 1812 Wolff's Arbeit über denſelben Gegenſtand in's Deutſche überſetzt hatte, wurde Wolff's Theorie allgemeiner bekannt und bildete ſeitdem die Grundlage aller folgenden Unterſuchungen über individuelle Entwickelungsgeſchichte. Das Studium der Ontogeneſis nahm nun einen mächtigen Aufſchwung, und bald erſchienen die klaſſiſchen Unterſuchungen der beiden Freunde Chriſtian Pander (1817) und Carl Ernſt Bär (1819). Insbeſondere wurde durch Bär's epochemachende „Entwickelungsgeſchichte der Thiere“ [20]) die Ontogenie der Wirbelthiere in allen ihren bedeutendſten Thatſachen durch ſo vortreffliche Beobachtungen feſtgeſtellt, und durch ſo vorzügliche philoſophiſche Reflexionen erläutert, daß ſie für das Verſtändniß dieſer wichtigſten Thiergruppe, zu welcher ja auch der Menſch gehört, die unentbehrliche Grundlage wurde. Jene Thatſachen würden für ſich allein ſchon ausreichen, die Frage von der Stellung des Menſchen in der Natur und ſomit das höchſte aller Probleme zu löſen. Betrachten Sie aufmerkſam und vergleichend die acht Figuren, welche auf den nachſtehenden Tafeln II und III abgebildet ſind, und Sie werden erkennen, daß man die philoſophiſche Bedeutung der Embryologie nicht hoch genug anſchlagen kann. (Siehe S. 272, 273.)

Nun darf man wohl fragen: Was wiſſen unſere ſogenannten „gebildeten“ Kreiſe, die auf die hohe Kultur des neunzehnten Jahrhunderts ſich ſo Viel einbilden, von dieſen wichtigſten biologiſchen Thatſachen, von dieſen unentbehrlichen Grundlagen für das Verſtändniß ihres eigenen Organismus? Was wiſſen unſere ſpekulativen Philoſophen und Theologen davon, welche durch reine Spekulationen oder durch göttliche Inſpirationen das Verſtändniß des menſchlichen Organismus gewinnen zu können meinen? Ja, was wiſſen ſelbſt die

meiſten Naturforſcher davon, die Mehrzahl der ſogenannten „Zoologen“ (mit Einſchluß der Entomologen!) nicht ausgenommen?

Die Antwort auf dieſe Frage fällt ſehr beſchämend aus, und wir müſſen wohl oder übel eingeſtehen, daß jene unſchätzbaren Thatſachen der menſchlichen Ontogenie noch heute den Meiſten entweder ganz unbekannt ſind, oder doch keineswegs in gebührender Weiſe gewürdigt werden. Hierbei werden wir deutlich gewahr, auf welchem ſchiefen und einſeitigen Wege ſich die vielgerühmte Bildung des neunzehnten Jahrhunderts noch gegenwärtig befindet. Unwiſſenheit und Aberglauben ſind die Grundlagen, auf denen ſich die meiſten Menſchen das Verſtändniß ihres eigenen Organismus und ſeiner Beziehungen zur Geſammtheit der Dinge aufbauen, und jene handgreiflichen Thatſachen der Entwickelungsgeſchichte, welche das Licht der Wahrheit darüber verbreiten könnten, werden ignorirt. Allerdings ſind dieſe Thatſachen nicht geeignet, Wohlgefallen bei denjenigen zu erregen, welche einen durchgreifenden Unterſchied zwiſchen dem Menſchen und der übrigen Natur annehmen und namentlich den thieriſchen Urſprung des Menſchengeſchlechts nicht zugeben wollen. Insbeſondere müſſen bei denjenigen Völkern, bei denen in Folge von falſcher Auffaſſung der Erblichkeitsgeſetze eine erbliche Kaſteneintheilung exiſtirt, die Mitglieder der herrſchenden privilegirten Kaſten dadurch ſehr unangenehm berührt werden. Bekanntlich geht heute noch in vielen Kulturländern die erbliche Abſtufung der Stände ſo weit, daß z. B. der Adel ganz anderer Natur, als der Bürgerſtand zu ſein glaubt, und daß Edelleute, welche ein entehrendes Verbrechen begehen, zur Strafe dafür aus der Adelskaſte ausgeſtoßen und in die Pariakaſte des „gemeinen“ Bürgerſtandes hinabgeſchleudert werden. Was ſollen dieſe Edelleute noch von dem Vollblut, das in ihren privilegirten Adern rollt, denken, wenn ſie erfahren, daß alle menſchlichen Embryonen, adelige ebenſo wie bürgerliche, während der erſten beiden Monate der Entwickelung von den geſchwänzten Embryonen des Hundes und anderer Säugethiere kaum zu unterſcheiden ſind?

Da die Abſicht dieſer Vorträge lediglich iſt, die allgemeine Erkennt-

niß der natürlichen Wahrheiten zu fördern, und eine naturgemäße Anſchauung von den Beziehungen des Menſchen zur übrigen Natur in weiteren Kreiſen zu verbreiten, ſo werden Sie es hier gewiß gerechtfertigt finden, wenn ich jene weit verbreiteten Vorurtheile von einer privilegirten Ausnahmeſtellung des Menſchen in der Schöpfung nicht berückſichtige, und Ihnen einfach die embryologiſchen Thatſachen vorführe, aus denen Sie ſelbſt ſich die Schlüſſe von der Grundloſigkeit jener Vorurtheile bilden können. Ich möchte Sie um ſo mehr bitten, über dieſe Thatſachen der Ontogenie eingehend nachzudenken, als es meine feſte Ueberzeugung iſt, daß die allgemeine Kenntniß derſelben nur die intellektuelle Veredelung und ſomit die geiſtige Vervollkommnung des Menſchengeſchlechts fördern kann.

Aus dem unendlich reichen und intereſſanten Erfahrungsmaterial, welches in der Ontogenie oder individuellen Entwickelungsgeſchichte der Wirbelthiere vorliegt, beſchränke ich mich hier darauf, Ihnen einige von denjenigen Thatſachen vorzuführen, welche ſowohl für die Deſcendenztheorie im Allgemeinen, als für deren beſondere Anwendung auf den Menſchen von der höchſten Bedeutung ſind. Der Menſch iſt im Beginn ſeiner individuellen Exiſtenz ein einfaches Ei, eine einzige kleine Zelle, ſo gut wie jeder andere thieriſche Organismus, welcher auf dem Wege der geſchlechtlichen Zeugung entſteht. Das menſchliche Ei iſt weſentlich demjenigen aller anderen Säugethiere gleich, und namentlich von dem Ei der höheren Säugethiere abſolut nicht zu unterſcheiden. Das in Fig. 5 abgebildete Ei könnte ebenſo gut vom Menſchen oder vom Affen, als vom Hunde, vom Pferde oder irgend einem anderen höheren Säugethiere herrühren. Nicht allein die Form und Struktur, ſondern auch die Größe des Eies iſt bei den meiſten Säugethieren dieſelbe wie beim Menſchen, nämlich ungefähr $\frac{1}{120}$''' Durchmeſſer, der 120ſte Theil eines Zolles, ſo daß man das Ei unter günſtigen Umſtänden mit bloßem Auge eben als ein feines Pünktchen wahrnehmen kann. Die Unterſchiede, welche zwiſchen den Eiern der verſchiedenen Säugethiere und Menſchen wirklich vorhanden ſind, beſtehen nicht in der Formbildung, ſondern in der chemi-

ſchen Miſchung, in der molekularen Zuſammenſetzung der eiweißartigen Kohlenſtoffverbindung, aus welcher das Ei weſentlich beſteht. Dieſe feinen individuellen Unterſchiede aller Eier, welche auf der indirekten oder potentiellen Anpaſſung (und zwar ſpeciell auf dem Geſetze der individuellen Anpaſſung) beruhen, ſind zwar für die außerordentlich groben Erkenntnißmittel des Menſchen nicht direkt ſinnlich wahrnehmbar, aber durch wohlbegründete indirekte Schlüſſe als die erſten Urſachen des Unterſchiedes aller Individuen erkennbar.

Fig. 5.

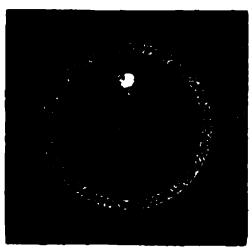


Fig. 5. Das Ei des Menſchen, hundertmal vergrößert. *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (ſogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (ſogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellſtoff oder Protoplasma (ſogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchſichtigkeit Zona pellucida genannt). Die Eier der anderen Säugethiere haben ganz dieſelbe Form.

Das Ei des Menſchen iſt, wie das aller anderen Säugethiere, ein kugeliges Bläschen, welches alle weſentlichen Beſtandtheile einer einfachen organiſchen Zelle enthält (Fig. 5). Der weſentlichſte Theil deſſelben iſt der ſchleimartige Zellſtoff oder das Protoplasma (c), welches beim Ei „Dotter" genannt wird, und der davon umſchloſſene Zellenkern oder Nucleus (b), welcher hier den beſonderen Namen des „Keimbläschens" führt. Der letztere iſt ein zartes, glashelles Eiweißkügelchen von ungefähr $\frac{1}{50}$‴ Durchmeſſer, und umſchließt noch ein viel kleineres, ſcharf abgegrenztes rundes Körnchen (a), das Kernkörperchen oder den Nucleolus der Zelle (beim Ei „Keimfleck" genannt). Nach außen iſt die kugelige Eizelle des Säugethiers durch eine dicke, glasartige Haut, die Zellenmembran oder Dotterhaut, abgeſchloſſen, welche hier den beſonderen Namen der Zona pellucida führt (d). Die Eier vieler niederen Thiere (z. B. vieler Meduſen) ſind dagegen nackte Zellen, ohne jede äußere Hülle.

Sobald das Ei (Ovulum) des Säugethiers ſeinen vollen Reifegrad erlangt hat, tritt daſſelbe aus dem Eierſtock des Weibes, in dem

es entſtand, heraus, und gelangt in den Eileiter und durch dieſe enge Röhre in den weiteren Keimbehälter oder Fruchtbehälter (Uterus). Wird inzwiſchen das Ei durch den entgegenkommenden männlichen Samen (Sperma) befruchtet, ſo entwickelt es ſich in dieſem Behälter weiter zum Keim (Embryon), und verläßt denſelben nicht eher, als bis der Keim vollkommen ausgebildet und fähig iſt, als junges Säugethier durch den Geburtsakt in die Welt zu treten.

Die Formveränderungen und Umbildungen, welche das befruchtete Ei innerhalb des Keimbehälters durchlaufen muß, ehe es die Geſtalt des jungen Säugethieres annimmt, ſind äußerſt merkwürdig, und verlaufen vom Anfang an beim Menſchen ganz ebenſo wie bei den übrigen Säugethieren. Zunächſt benimmt ſich das befruchtete Säugethierei gerade ſo, wie ein einzelliger Organismus, welcher ſich auf ſeine Hand ſelbſtſtändig fortpflanzen und vermehren will z. B. eine Amoebe (vergl. Fig. 2, S. 169). Die einfache Eizelle zerfällt nämlich durch den Prozeß der Zellentheilung, welchen ich Ihnen bereits früher beſchrieben habe, in zwei Zellen. Zunächſt entſtehen aus dem Keimfleck (dem Kernkörperchen der urſprünglichen einfachen Eizelle) zwei neue Kernkörperchen und ebenſo dann aus dem Keimbläschen (dem Nucleus) zwei neue Zellenkerne. Nun erſt ſchnürt ſich das kugelige Protoplasma durch eine Aequatorialfurche dergeſtalt in zwei Hälften ab, daß jede Hälfte einen der beiden Kerne nebſt Kernkörperchen umſchließt. So ſind aus der einfachen Eizelle innerhalb der urſprünglichen Zellenmembran zwei nackte Zellen geworden, jede mit ihrem Kern verſehen (Fig. 6). (Vergl. auch Taf. XVI, Fig. 1, 2.)

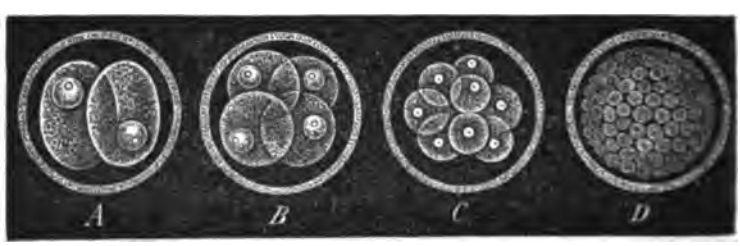


Fig. 6. Erſter Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, ſogenannte „Eifurchung“ (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbſttheilung). A. Das

Ei zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. *B.* Diese zerfallen durch Halbirung in vier Zellen. *C.* Diese letzteren sind in acht Zellen zerfallen. *D.* Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entstanden, die Brombeerform oder der Maulbeerdotter (Morula).

Derselbe Vorgang der Zellentheilung wiederholt sich nun mehrmals hinter einander. In der gleichen Weise entstehen aus zwei Zellen (Fig. 6 A) vier (Fig. 6 B); aus vier werden acht (Fig. 6 C), aus acht sechszehn, aus diesen zweiunddreißig u. s. w. Jedesmal geht die Theilung des Kernkörperchens derjenigen des Kernes, und diese wiederum derjenigen des Zellstoffs oder Protoplasma vorher. Weil die Theilung des letzteren immer mit der Bildung einer oberflächlichen ringförmigen Furche beginnt, nennt man den ganzen Vorgang gewöhnlich die Furchung des Eies, und die Produkte desselben, die kleinen, durch fortgesetzte Zweitheilung entstehenden Zellen die Furchungskugeln. Indessen ist der ganze Vorgang weiter Nichts als eine einfache, oft wiederholte Zellentheilung, und die Produkte desselben sind echte, nackte Zellen. Schließlich entsteht aus der fortgesetzten Theilung oder „Furchung" des Säugethiereies eine maulbeerförmige oder brombeerförmige Kugel (Morula), welche aus sehr zahlreichen kleinen Kugeln, nackten kernhaltigen Zellen zusammengesetzt ist (Fig. 6 D). Diese Zellen sind die Bausteine, aus denen sich der Leib des jungen Säugethiers aufbaut. Jeder von uns war einmal eine solche einfache, brombeerförmige, aus lauter kleinen gleichen Zellen zusammengesetzte Kugel, eine Morula. (Vergl. Taf. XVI, Fig. 3.)

Die weitere Entwickelung des kugeligen Zellenhaufens, welcher den jungen Säugethierkörper jetzt präsentirt, besteht zunächst darin, daß derselbe sich in eine kugelige Blase verwandelt, indem im Inneren sich Flüssigkeit ansammelt. Diese Blase nennt man Keimblase (Vesicula blastodermica). Die Wand derselben ist anfangs aus lauter gleichartigen Zellen zusammengesetzt. Bald aber entsteht an einer Stelle der Wand eine scheibenförmige Verdickung, indem sich hier die Zellen rasch vermehren; und diese Verdickung ist nun die Anlage für den eigentlichen Leib des Keimes oder Embryo, während der übrige Theil der Keimblase bloß zur Ernährung des Embryo ver-

wendet wird. Die verdickte Scheibe der Embryonalanlage nimmt bald eine länglich runde und dann, indem rechter und linker Seitenrand ausgeſchweift werden, eine ſohlenförmige oder bisquitförmige Geſtalt an (Fig. 7, Seite 271). In dieſem Stadium der Entwickelung, in der erſten Anlage des Keims oder Embryo, ſind nicht allein alle Säugethiere mit Inbegriff des Menſchen, ſondern ſogar alle Wirbelthiere überhaupt, alle Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fiſche, entweder gar nicht oder nur durch ihre Größe, oder durch ganz unweſentliche Formdifferenzen, ſowie durch die Bildung der Eihüllen von einander zu unterſcheiden. Bei Allen beſteht der ganze Leib aus weiter Nichts, als aus einer ganz einfachen, länglichrunden, dünnen Scheibe, welche anfangs aus zwei, ſpäter aus vier über einander liegenden, eng verbundenen Blättern zuſammengeſetzt iſt. Jedes der vier Keimblätter beſteht aus weiter Nichts, als aus gleichartigen Zellen; jedes hat aber eine andere Bedeutung für den Aufbau des Wirbelthierkörpers. Aus dem oberen oder äußeren Keimblatt entſteht bloß die äußere Oberhaut (Epidermis) nebſt den Centraltheilen des Nervenſyſtems (Rückenmark und Gehirn); aus dem unteren oder inneren Blatt entſteht bloß die innere zarte Haut (Epithelium), welche den ganzen Darmkanal vom Mund bis zum After, nebſt allen ſeinen Anhangsdrüſen (Lunge, Leber, Speicheldrüſen u. ſ. w.) auskleidet; aus den zwiſchen jenen gelegenen mittleren beiden Keimblättern entſtehen alle übrigen Organe.

Die Vorgänge nun, durch welche aus ſo einfachem Baumaterial, aus den vier einfachen, nur aus Zellen zuſammengeſetzten Keimblättern, die verſchiedenartigen und höchſt verwickelt zuſammengeſetzten Theile des reifen Wirbelthierkörpers entſtehen, ſind erſtens wiederholte Theilungen und dadurch Vermehrung der Zellen, zweitens Arbeitstheilung oder Differenzirung dieſer Zellen, und drittens Verbindung der verſchiedenartig ausgebildeten oder differenzirten Zellen zur Bildung der verſchiedenen Organe. So entſteht der ſtufenweiſe Fortſchritt oder die Vervollkommnung, welche in der Ausbildung des embryonalen Leibes Schritt für Schritt zu verfolgen iſt. Die ein-

fachen Embryonalzellen, welche den Wirbelthierkörper zuſammenſetzen wollen, verhalten ſich wie Bürger, welche einen Staat gründen wollen. Die einen ergreifen dieſe, die anderen jene Thätigkeit, und bilden dieſelbe zum Beſten des Ganzen aus. Durch dieſe Arbeitstheilung oder Differenzirung, und die damit im Zuſammenhang ſtehende Vervollkommnung (den organiſchen Fortſchritt), wird es dem ganzen Staate möglich, Leiſtungen zu vollziehen, welche dem einzelnen Individuum unmöglich wären. Der ganze Wirbelthierkörper, wie jeder andere mehrzellige Organismus, iſt ein republikaniſcher Zellenſtaat, und daher kann derſelbe organiſche Funktionen vollziehen, welche die einzelne Zelle als Einſiedler (z. B. eine Amoebe oder eine einzellige Pflanze) niemals leiſten könnte [87]).

Es wird keinem vernünftigen Menſchen einfallen, in den zweckmäßigen Einrichtungen, welche zum Wohle des Ganzen und der Einzelnen in jedem menſchlichen Staate getroffen ſind, die zweckmäßige Thätigkeit eines perſönlichen überirdiſchen Schöpfers erkennen zu wollen. Vielmehr weiß Jedermann, daß jene zweckmäßigen Organiſationseinrichtungen des Staates die Folge von dem Zuſammenwirken der einzelnen Bürger und ihrer Regierung, ſowie von deren Anpaſſung an die Exiſtenzbedingungen der Außenwelt ſind. Ganz ebenſo müſſen wir aber auch den mehrzelligen Organismus beurtheilen. Auch in dieſem ſind alle zweckmäßigen Einrichtungen lediglich die natürliche und nothwendige Folge des Zuſammenwirkens, der Differenzirung und Vervollkommnung der einzelnen Staatsbürger, der Zellen; und nicht etwa die künſtlichen Einrichtungen eines zweckmäßig thätigen Schöpfers. Wenn Sie dieſen Vergleich recht erwägen und weiter verfolgen, wird Ihnen deutlich die Verkehrtheit jener dualiſtiſchen Naturanſchauung klar werden, welche in der Zweckmäßigkeit der Organiſation die Wirkung eines ſchöpferiſchen Bauplans ſucht.

Laſſen Sie uns nun die individuelle Entwickelung des Wirbelthierkörpers noch einige Schritte weiter verfolgen, und ſehen, was die Staatsbürger dieſes embryonalen Organismus zunächſt anfangen. In der Mittellinie der geigenförmigen Scheibe, welche aus den vier-

zelligen Keimblättern zuſammengeſetzt iſt, entſteht eine gerade feine Furche, die ſogenannte „Primitivrinne“, durch welche der geigenförmige Leib in zwei gleiche Seitenhälften abgetheilt wird, ein rechtes und ein linkes Gegenſtück oder Antimer. Beiderſeits jener Rinne oder Furche erhebt ſich das obere oder äußere Keimblatt in Form einer Längsfalte, und beide Falten wachſen dann über der Rinne in der Mittellinie zuſammen und bilden ſo ein cylindriſches Rohr. Dieſes Rohr heißt das Markrohr oder Medullarrohr, weil es die Anlage des Centralnervenſyſtems, des Rückenmarks (Medulla spinalis) iſt. Anfangs iſt daſſelbe vorn und hinten zugeſpitzt, und ſo bleibt daſſelbe bei den niederſten Wirbelthieren, den gehirnloſen und ſchädelloſen Lanzetthieren (Amphioxus) zeitlebens. Bei allen übrigen Wirbelthieren aber, die wir von letzteren als Schädelthiere oder Kranioten unterſcheiden, wird alsbald ein Unterſchied zwiſchen vorderem und hinterem Ende des Medullarrohrs ſichtbar, indem das erſtere ſich aufbläht und in eine rundliche Blaſe, die Anlage des Gehirns verwandelt.

Bei allen Kranioten, d. h. bei allen mit Schädel und Gehirn verſehenen Wirbelthieren, zerfällt das Gehirn, welches anfangs bloß die blaſenförmige Auftreibung vom vorderen Ende des Rückenmarks iſt, bald in fünf hinter einander liegende Blaſen, indem ſich vier oberflächliche quere Einſchnürungen bilden. Dieſe fünf Hirnblaſen, aus denen ſich ſpäterhin alle verſchiedenen Theile des ſo verwickelt gebauten Gehirns hervorbilden, ſind an dem in Fig. 7 abgebildeten Embryo in ihrer urſprünglichen Anlage zu erblicken. Es iſt ganz gleich, ob wir den Embryo eines Hundes, eines Huhnes, einer Schildkröte oder irgend eines anderen höheren Wirbelthieres betrachten. Denn die Embryonen der verſchiedenen Schädelthiere (mindeſtens der drei höheren Klaſſen; der Reptilien, Vögel und Säugethiere) ſind in dem, Fig. 7 dargeſtellten Stadium noch gar nicht zu unterſcheiden. Die ganze Körperform iſt noch höchſt einfach, eine dünne, blattförmige Scheibe. Geſicht, Beine, Eingeweide u. ſ. w. fehlen noch gänzlich. Aber die fünf Hirnblaſen ſind ſchon deutlich von einander abgeſetzt.

Fig. 7.

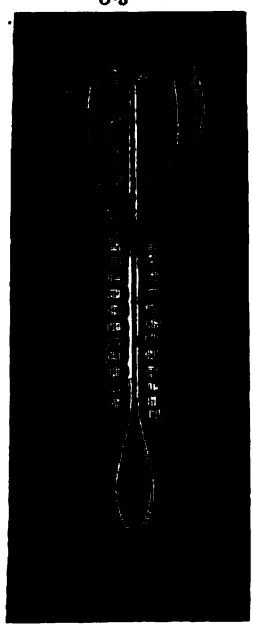


Fig. 7. Embryo eines Säugethieres oder Vogels, in dem ſoeben die fünf Hirnblaſen angelegt ſind. *v* Vorderhirn. *z* Zwiſchenhirn. *m* Mittelhirn. *h* Hinterhirn. *n* Nachhirn. *p* Rückenmark. *a* Augenblaſen. *w* Urwirbel. *d* Rückenſtrang oder Chorda.

Die erſte Blaſe, das Vorderhirn (v) iſt inſofern die wichtigſte, als ſie vorzugsweiſe die ſogenannten großen Hemiſphären, oder die Halbkugeln des großen Gehirns bildet, desjenigen Theiles, welcher der Sitz der höheren Geiſtesthätigkeiten iſt. Je höher dieſe letzteren ſich bei dem Wirbelthier entwickeln, deſto mehr wachſen die beiden Seitenhälften des Vorderhirns oder die großen Hemiſphären auf Koſten der vier übrigen Blaſen und legen ſich von vorn und oben her über die anderen herüber. Beim Menſchen, wo ſie verhältnißmäßig am ſtärkſten entwickelt ſind, entſprechend der höheren Geiſtesentwickelung, bedecken ſie ſpäter die übrigen Theile von oben her faſt ganz. (Vergl. Taf. II und III.) Die zweite Blaſe, das Zwiſchenhirn (z) bildet beſonders denjenigen Gehirntheil, welchen man Sehhügel nennt, und ſteht in der nächſten Beziehung zu den Augen (a), welche als zwei Blaſen rechts und links aus dem Vorderhirn hervorwachſen und ſpäter am Boden des Zwiſchenhirns liegen. Die dritte Blaſe, das Mittelhirn (m) geht größtentheils in der Bildung der ſogenannten Vierhügel auf, eines hochgewölbten Gehirntheiles, welcher beſonders bei den Reptilien und bei den Vögeln ſtark ausgebildet iſt (Fig. E, F, Taf. II), während er bei den Säugethieren viel mehr zurücktritt (Fig. G, H, Taf. III). Die vierte Blaſe, das Hinterhirn (h) bildet die ſogenannten kleinen Hemiſphären oder die Halbkugeln nebſt dem Mitteltheil des kleinen Gehirns (Cerebellum), einen Gehirntheil, über deſſen Bedeutung

man die widerſprechendſten Vermuthungen hegt, der aber vorzugsweiſe die Coordination der Bewegungen zu regeln ſcheint. Endlich die fünfte Blaſe, das Nachhirn (n), bildet ſich zu demjenigen ſehr wichtigen Theile des Centralnervenſyſtems aus, welchen man das verlängerte Mark (Medulla oblongata) nennt. Es iſt das Centralorgan der Athembewegungen und anderer wichtiger Funktionen, und ſeine Verletzung führt ſofort den Tod herbei, während man die großen Hemiſphären des Vorderhirns (oder das Organ der „Seele" im engeren Sinne) ſtückweiſe abtragen und zuletzt ganz vernichten kann, ohne daß das Wirbelthier deßhalb ſtirbt; nur ſeine höheren Geiſtesthätigkeiten ſchwinden dadurch.

Dieſe fünf Hirnblaſen ſind urſprünglich bei allen Wirbelthieren, die überhaupt ein Gehirn beſitzen, gleichmäßig angelegt, und bilden ſich erſt allmählich bei den verſchiedenen Gruppen ſo verſchiedenartig aus, daß es nachher ſehr ſchwierig iſt, in den ganz entwickelten Gehirnen die gleichen Theile wieder zu erkennen. In dem frühen Entwickelungsſtadium, welches in Fig. 7 dargeſtellt iſt, erſcheint es noch ganz unmöglich, die Embryonen der verſchiedenen Säugethiere, Vögel und Reptilien von einander zu unterſcheiden. Wenn Sie dagegen die viel weiter entwickelten Embryonen auf Taf. II und III mit einander vergleichen, werden Sie ſchon deutlich die ungleichartige Ausbildung erkennen, und namentlich wahrnehmen, daß das Gehirn der beiden Säugethiere (G) und (H) ſchon ſtark von dem der Vögel (F) und Reptilien (E) abweicht. Bei letzteren beiden zeigt bereits das Mittelhirn, bei den erſteren dagegen das Vorderhirn ſein Uebergewicht. Aber auch noch in dieſem Stadium iſt das Gehirn des Vogels (F) von dem der Schildkröte (E) kaum verſchieden, und ebenſo iſt das Gehirn des Hundes (G) demjenigen des Menſchen (H) jetzt noch faſt gleich. Wenn Sie dagegen die Gehirne dieſer vier Wirbelthiere im ausgebildeten Zuſtande mit einander vergleichen, ſo finden Sie dieſelben in allen anatomiſchen Einzelheiten ſo ſehr verſchieden, daß Sie nicht einen Augenblick darüber in Zweifel ſein können, welchem Thiere jedes Gehirn angehört.

Ich habe Ihnen hier die urſprüngliche Gleichheit und die erſt allmählich eintretende und dann immer wachſende Sonderung oder Differenzirung des Embryo bei den verſchiedenen Wirbelthieren ſpeciell an dem Beiſpiele des Gehirns erläutert, weil gerade dieſes Organ der Seelenthätigkeit von ganz beſonderem Intereſſe iſt. Ich hätte aber ebenſo gut das Herz oder die Gliedmaßen, kurz jeden anderen Körpertheil ſtatt deſſen anführen können, da ſich immer daſſelbe Schöpfungswunder hier wiederholt: nämlich die Thatſache, daß alle Theile urſprünglich bei den verſchiedenen Wirbelthieren gleich ſind, und daß erſt allmählich ihre Verſchiedenheiten ſich ausbilden. In meinen Vorträgen über „Entwickelungsgeſchichte des Menſchen“ [56]) finden Sie den Beweis für jedes einzelne Organ geführt.

Es giebt gewiß wenige Körpertheile, welche ſo verſchiedenartig ausgebildet ſind, wie die Gliedmaßen oder Extremitäten der verſchiedenen Wirbelthiere. (Vergl. Taf. IV, S. 363, und deren Erklärung im Anhang). Nun bitte ich Sie, in Fig. A—H auf Taf. II und III die vorderen Extremitäten (bv) der verſchiedenen Embryonen mit einander zu vergleichen, und Sie werden kaum im Stande ſein, irgend welche bedeutende Unterſchiede zwiſchen dem Arm des Menſchen (Hbv), dem Flügel des Vogels (Fbv), dem ſchlanken Vorderbein des Hundes (Gbv) und dem plumpen Vorderbein der Schildkröte (Ebv) zu erkennen. Ebenſo wenig werden Sie bei Vergleichung der hinteren Extremität (bh) in dieſen Figuren herausfinden, wodurch das Bein des Menſchen (Hbh) und des Vogels (Fbh), das Hinterbein des Hundes (Gbh) und der Schildkröte (Ebh) ſich unterſcheiden. Vordere ſowohl als hintere Extremitäten ſind jetzt noch kurze und breite Platten, an deren Endausbreitung die Anlagen der fünf Zehen noch durch Schwimmhaut verbunden ſind. In einem noch früheren Stadium (Fig. A—D) ſind die fünf Zehen noch nicht einmal angelegt, und es iſt ganz unmöglich, auch nur vordere und hintere Gliedmaßen zu unterſcheiden. Dieſe ſowohl als jene ſind nichts als ganz einfache, rundliche Fortſätze, welche aus der Seite des Rumpfes hervorgeſproßt ſind. In dem frühen Stadium, welches

Fig. 7 darſtellt, fehlen dieſelben überhaupt noch ganz, und der ganze Embryo iſt ein einfacher Rumpf ohne eine Spur von Gliedmaßen.

An den auf Taf. II und III dargeſtellten Embryonen aus der vierten Woche der Entwickelung (Fig. A—D), in denen Sie jetzt wohl noch keine Spur des erwachſenen Thieres werden erkennen können, möchte ich Sie noch beſonders aufmerkſam machen auf eine äußerſt wichtige Bildung, welche allen Wirbelthieren urſprünglich gemeinſam iſt, welche aber ſpäterhin zu den verſchiedenſten Organen umgebildet wird. Sie kennen gewiß Alle die Kiemenbogen der Fiſche, jene knöchernen Bogen, welche zu drei oder vier hinter einander auf jeder Seite des Halſes liegen, und welche die Athmungsorgane der Fiſche, die Kiemen, tragen (Doppelreihen von rothen Blättchen, welche das Volk „Fiſchohren" nennt). Dieſe Kiemenbogen nun ſind beim Menſchen (D) und beim Hunde (C), beim Huhne (B) und bei der Schildkröte (A) urſprünglich ganz ebenſo vorhanden, wie bei allen übrigen Wirbelthieren. (In Fig. A—D ſind die drei Kiemenbogen der rechten Halsſeite mit den Buchſtaben k 1, k 2, k 3 bezeichnet). Allein nur bei den Fiſchen bleiben dieſelben in der urſprünglichen Anlage beſtehen und bilden ſich zu Athmungsorganen aus. Bei den übrigen Wirbelthieren werden dieſelben theils zur Bildung des Geſichts, theils zur Bildung des Gehörorgans verwendet.

Endlich will ich nicht verfehlen, Sie bei Vergleichung der auf Taf. II und III abgebildeten Embryonen nochmals auf das Schwänzchen des Menſchen (s) aufmerkſam zu machen, welches derſelbe mit allen übrigen Wirbelthieren in der urſprünglichen Anlage theilt. Die Auffindung „geſchwänzter Menſchen" wurde lange Zeit von vielen Moniſten mit Sehnſucht erwartet, um darauf eine nähere Verwandtſchaft des Menſchen mit den übrigen Säugethieren begründen zu können. Und ebenſo hoben ihre dualiſtiſchen Gegner oft mit Stolz hervor, daß der gänzliche Mangel des Schwanzes einen der wichtigſten körperlichen Unterſchiede zwiſchen dem Menſchen und den Thieren bilde, wobei ſie nicht an die vielen ſchwanzloſen Thiere dachten, die es wirklich giebt. Nun beſitzt aber der Menſch in den erſten Monaten der

Entwickelung ebenſo gut einen wirklichen Schwanz, wie die nächſtverwandten ſchwanzloſen Affen (Orang, Schimpanſe, Gorilla) und wie die Wirbelthiere überhaupt. Während derſelbe aber bei den meiſten, z. B. beim Hunde (Fig. C, G) im Laufe der Entwickelung immer länger wird, bildet er ſich beim Menſchen (Fig. D, H) und bei den ungeſchwänzten Säugethieren von einem gewiſſen Zeitpunkt der Entwickelung an zurück und verwächſt zuletzt völlig. Indeſſen iſt auch beim ausgebildeten Menſchen der Reſt des Schwanzes als verkümmertes oder rudimentäres Organ noch in den drei bis fünf Schwanzwirbeln (Vertebrae coccygeae) zu erkennen, welche das hintere oder untere Ende der Wirbelſäule bilden (S. 258).

Die meiſten Menſchen wollen noch gegenwärtig die wichtigſte Folgerung der Deſcendenztheorie, die paläontologiſche Entwickelung des Menſchen aus affenähnlichen und weiterhin aus niederen Säugethieren nicht anerkennen, und halten eine ſolche Umbildung der organiſchen Form für unmöglich. Ich frage Sie aber, ſind die Erſcheinungen der individuellen Entwickelung des Menſchen, von denen ich Ihnen hier die Grundzüge vorgeführt habe, etwa weniger wunderbar? Iſt es nicht im höchſten Grade merkwürdig, daß alle Wirbelthiere aus den verſchiedenſten Klaſſen, Fiſche, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere, in den erſten Zeiten ihrer embryonalen Entwickelung geradezu nicht zu unterſcheiden ſind; und daß ſelbſt viel ſpäter noch, in einer Zeit, wo bereits Reptilien und Vögel ſich deutlich von den Säugethieren unterſcheiden, Hund und Menſch noch beinahe identiſch ſind? Fürwahr, wenn man jene beiden Entwickelungsreihen mit einander vergleicht, und ſich fragt, welche von beiden wunderbarer iſt, ſo muß uns die Ontogenie oder die kurze und ſchnelle Entwickelungsgeſchichte des Individuums viel räthſelhafter erſcheinen, als die Phylogenie oder die lange und langſame Entwickelungsgeſchichte des Stammes. Denn eine und dieſelbe großartige Formwandelung und Umbildung wird von der letzteren im Lauf von vielen tauſend Jahren, von der erſteren dagegen im Laufe weniger Monate vollbracht. Offenbar iſt dieſe überaus ſchnelle und

auffallende Umbildung des Individuums in der Ontogeneſis, welche wir jeden Augenblick thatſächlich durch direkte Beobachtung feſtſtellen können, an ſich viel wunderbarer, viel erſtaunlicher, als die entſprechende, aber viel langſamere und allmählichere Umbildung, welche die lange Vorfahrenkette deſſelben Individuums in der Phylogeneſis durchgemacht hat.

Beide Reihen der organiſchen Entwickelung, die Ontogeneſis des Individuums, und die Phylogeneſis des Stammes, zu welchem daſſelbe gehört, ſtehen im innigſten urſächlichen Zuſammenhange. Ich habe dieſe Theorie, welche ich für äußerſt wichtig halte, im zweiten Bande meiner generellen Morphologie [4]) ausführlich zu begründen verſucht. Wie ich dort zeigte, iſt die Ontogeneſis, oder die Entwickelung des Individuums, eine kurze und ſchnelle, durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung bedingte Wiederholung (Recapitulation) der Phylogeneſis oder der Entwickelung des zugehörigen Stammes, d. h. der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden. Dieſer fundamentale Satz iſt das wichtigſte allgemeine Geſetz der organiſchen Entwickelung, das biogenetiſche Grundgeſetz. (Gen. Morph. II, S. 110—147, 371.)

In dieſem innigen Zuſammenhang der Ontogenie und Phylogenie erblicke ich einen der wichtigſten und unwiderleglichſten Beweiſe der Deſcendenztheorie. Es vermag Niemand dieſe Erſcheinungen zu erklären, wenn er nicht auf die Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze zurückgeht; durch dieſe erſt ſind ſie erklärlich. Ganz beſonders verdienen dabei die Geſetze unſere Beachtung, welche wir früher als die Geſetze der abgekürzten, der gleichzeitlichen und der gleichörtlichen Vererbung erläutert haben. Indem ſich ein ſo hochſtehender und verwickelter Organismus, wie es der menſchliche oder der Organismus jedes anderen Säugethiers iſt, von jener einfachen Zellenſtufe an aufwärts erhebt, indem er fortſchreitet in ſeiner Differenzirung und Vervollkommnung, durchläuft er dieſelbe Reihe von Umbildungen, welche ſeine thieriſchen Ahnen vor undenklichen

Zeiten, während ungeheurer Zeiträume durchlaufen haben. Schon früher habe ich auf dieſen äußerſt wichtigen Parallelismus der individuellen und Stammesentwickelung hingewieſen (S. 10). Gewiſſe, ſehr frühe und tief ſtehende Entwickelungsſtadien des Menſchen und der höheren Wirbelthiere überhaupt entſprechen durchaus gewiſſen Bildungen, welche zeitlebens bei niederen Fiſchen fortdauern. Es folgt dann eine Umbildung des fiſchähnlichen Körpers zu einem amphibienartigen. Viel ſpäter erſt entwickelt ſich aus dieſem der Säugethierkörper mit ſeinen beſtimmten Charakteren, und man kann hier wieder in den auf einander folgenden Entwickelungsſtadien eine Reihe von Stufen fortſchreitender Umbildung erkennen, welche offenbar den Verſchiedenheiten verſchiedener Säugethier-Ordnungen und Familien entſprechen. In derſelben Reihenfolge ſehen wir aber auch die Vorfahren des Menſchen und der höheren Säugethiere in der Erdgeſchichte nach einander auftreten: zuerſt Fiſche, dann Amphibien, ſpäter niedere und zuletzt erſt höhere Säugethiere. Hier iſt alſo die embryonale Entwickelung des Individuums durchaus parallel der paläontologiſchen Entwickelung des ganzen zugehörigen Stammes; und dieſe äußerſt intereſſante und wichtige Erſcheinung iſt einzig und allein durch die Wechſelwirkung der Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze zu erklären.

Das zuletzt angeführte Beiſpiel von dem Parallelismus der paläontologiſchen und der individuellen Entwickelungsreihe lenkt nun unſere Aufmerkſamkeit noch auf eine dritte Entwickelungsreihe, welche zu dieſen beiden in den innigſten Beziehungen ſteht und denſelben ebenfalls im Ganzen parallel läuft. Das iſt nämlich diejenige Entwickelungsreihe von Formen, welche das Unterſuchungsobject der *vergleichenden Anatomie* iſt, und welche wir kurz die *ſyſtematiſche oder ſpecifiſche Entwickelung* nennen wollen. Wir verſtehen darunter die Kette von verſchiedenartigen, aber doch verwandten und zuſammenhängenden Formen, welche zu irgend einer Zeit der Erdgeſchichte, alſo z. B. in der Gegenwart, *neben einander* exiſtiren. Indem die vergleichende Anatomie die verſchiedenen ausgebildeten Formen der entwickelten Organismen mit einander ver-

gleicht, ſucht ſie das gemeinſame Urbild zu erkennen, welches den mannichfaltigen Formen der verwandten Arten, Gattungen, Klaſſen u. ſ. w. zu Grunde liegt, und welches durch deren Differenzirung nur mehr oder minder verſteckt wird. Sie ſucht die Stufenleiter des Fortſchritts feſtzuſtellen, welche durch den verſchiedenen Vervollkommnungsgrad der divergenten Zweige des Stammes bedingt iſt. Um bei dem angeführten Beiſpiele zu bleiben, ſo zeigt uns die vergleichende Anatomie, wie die einzelnen Organe und Organſyſteme des Wirbelthierſtammes in den verſchiedenen Klaſſen, Familien, Arten deſſelben ſich ungleichartig entwickelt, differenzirt und vervollkommnet haben. Sie erklärt uns, in welchen Beziehungen die Reihenfolge der Wirbelthierklaſſen von den Fiſchen aufwärts durch die Amphibien zu den Säugethieren, und hier wieder von den niederen zu den höheren Säugethierordnungen, eine aufſteigende Stufenleiter bildet. Dieſem Beſtreben, eine zuſammenhängende anatomiſche Entwickelungsreihe herzuſtellen, begegnen Sie in den Arbeiten der großen vergleichenden Anatomen aller Zeiten, in den Arbeiten von Goethe, Meckel, Cuvier, Johannes Müller, Gegenbaur, Huxley.

Die Entwickelungsreihe der ausgebildeten Formen, welche die vergleichende Anatomie in den verſchiedenen Divergenz- und Fortſchrittsſtufen des organiſchen Syſtems nachweiſt, und welche wir die ſyſtematiſche Entwickelungsreihe nannten, iſt parallel der paläontologiſchen Entwickelungsreihe, weil ſie das anatomiſche Reſultat der letzteren betrachtet, und ſie iſt parallel der individuellen Entwickelungsreihe, weil dieſe ſelbſt wiederum der paläontologiſchen parallel iſt. Wenn zwei Parallelen einer dritten parallel ſind, ſo müſſen ſie auch unter einander parallel ſein.

Die mannichfaltige Differenzirung und der ungleiche Grad von Vervollkommnung, welchen die vergleichende Anatomie in der Entwickelungsreihe des Syſtems nachweiſt, iſt weſentlich bedingt durch die zunehmende Mannichfaltigkeit der Exiſtenzbedingungen, denen ſich die verſchiedenen Gruppen im Kampf um das Daſein anpaßten, und durch den verſchiedenen Grad von Schnelligkeit und Vollſtändigkeit,

mit welchem diese Anpassung geschah. Die konservativen Gruppen, welche die ererbten Eigenthümlichkeiten am zähesten festhielten, blieben in Folge dessen auf der tiefsten und rohesten Entwickelungsstufe stehen. Die am schnellsten und vielseitigsten fortschreitenden Gruppen, welche sich den vervollkommneten Existenzbedingungen am bereitwilligsten anpaßten, erreichten selbst den höchsten Vollkommenheitsgrad. Je weiter sich die organische Welt im Laufe der Erdgeschichte entwickelte, desto größer mußte die Divergenz der niederen konservativen und der höheren progressiven Gruppen werden, wie das ja eben so auch aus der Völkergeschichte ersichtlich ist. Hieraus erklärt sich auch die historische Thatsache, daß die vollkommensten Thier- und Pflanzengruppen sich in verhältnißmäßig kurzer Zeit zu sehr bedeutender Höhe entwickelt haben, während die niedrigsten, konservativsten Gruppen durch alle Zeiten hindurch auf der ursprünglichen, rohesten Stufe stehen geblieben, oder nur sehr langsam und allmählich etwas fortgeschritten sind. Auch die Ahnenreihe des Menschen zeigt dies Verhältniß deutlich. Die Haifische der Jetztzeit stehen den Urfischen, welche zu den ältesten Wirbelthierahnen des Menschen gehören, noch sehr nahe, ebenso die heutigen niedersten Amphibien (Kiemenmolche und Salamander) den Amphibien, welche sich aus jenen zunächst entwickelten. Und ebenso sind unter den späteren Vorfahren des Menschen die Monotremen und Beutelthiere, die ältesten Säugethiere, zugleich die unvollkommensten Thiere dieser Klasse, die heute noch leben. Die uns bekannten Gesetze der Vererbung und Anpassung genügen vollständig, um diese äußerst wichtige und interessante Erscheinung zu erklären, die man kurz als den Parallelismus der individuellen, der paläontologischen und der systematischen Entwickelung, des betreffenden Fortschrittes und der betreffenden Differenzirung bezeichnen kann. Kein Gegner der Descendenztheorie ist im Stande gewesen, für diese höchst wunderbare Thatsache eine Erklärung zu liefern, während sie sich nach der Descendenztheorie aus den Gesetzen der Vererbung und Anpassung vollkommen erklärt.

Wenn Sie diesen Parallelismus der drei organischen Entwicke-

lungsreihen ſchärfer in's Auge faſſen, ſo müſſen Sie noch folgende nähere Beſtimmung hinzufügen. Die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeſchichte jedes Organismus (Embryologie und Metamorphologie) bildet eine einfache, unverzweigte oder leiterförmige Kette von Formen; und ebenſo derjenige Theil der Phylogenie, welcher die paläontologiſche Entwickelungsgeſchichte der direkten Vorfahren jenes individuellen Organismus enthält. Dagegen bildet die ganze Phylogenie, welche uns in dem natürlichen Syſtem jedes organiſchen Stammes oder Phylum entgegentritt, und welche die paläontologiſche Entwickelung aller Zweige dieſes Stammes unterſucht, eine verzweigte oder baumförmige Entwickelungsreihe, einen wirklichen Stammbaum. Unterſuchen Sie vergleichend die entwickelten Zweige dieſes Stammbaums und ſtellen Sie dieſelben nach dem Grade ihrer Differenzirung und Vervollkommnung zuſammen, ſo erhalten Sie die baumförmig verzweigte ſyſtematiſche Entwickelungsreihe der vergleichenden Anatomie. Genau genommen iſt alſo dieſe letztere der ganzen Phylogenie und mithin nur theilweiſe der Ontogenie parallel; denn die Ontogenie ſelbſt iſt nur einem Theile der Phylogenie parallel.

Alle im Vorhergehenden erläuterten Erſcheinungen der organiſchen Entwickelung, insbeſondere dieſer dreifache genealogiſche Parallelismus, und die Differenzirungs- und Fortſchrittsgeſetze, welche in jeder dieſer drei organiſchen Entwickelungsreihen ſichtbar ſind, ſodann die ganze Erſcheinungsreihe der rudimentären Organe, ſind äußerſt wichtige Belege für die Wahrheit der Deſcendenztheorie. Denn ſie ſind nur durch dieſe zu erklären, während die Gegner derſelben auch nicht die Spur einer Erklärung dafür aufbringen können. Ohne die Abſtammungslehre läßt ſich die Thatſache der organiſchen Entwickelung überhaupt nicht begreifen. Wir würden daher gezwungen ſein, auf Grund derſelben Lamarck's Deſcendenztheorie anzunehmen, auch wenn wir nicht Darwin's Züchtungstheorie beſäßen.

Dreizehnter Vortrag.

Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenſtofftheorie. Plaſtidentheorie.

Entwickelungsgeſchichte der Erde. Kant's Entwickelungstheorie des Weltalls oder die kosmologiſche Gastheorie. Entwickelung der Sonnen, Planeten und Monde. Erſte Entſtehung des Waſſers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organiſche und anorganiſche Stoffe. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzuſtände. Eiweißartige Kohlenſtoffverbindungen. Organiſche und anorganiſche Formen. Kryſtalle und ſtrukturloſe Organismen ohne Organe. Stereometriſche Grundformen der Kryſtalle und der Organismen. Organiſche und anorganiſche Kräfte. Lebenskraft. Wachsthum und Anpaſſung bei Kryſtallen und bei Organismen. Bildungstriebe der Kryſtalle. Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entſtehung der Moneren durch Urzeugung. Entſtehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plaſtidentheorie. Plaſtiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verſchiedene Arten von Plaſtiden.

Meine Herren! Durch unſere bisherigen Betrachtungen haben wir vorzugsweiſe die Frage zu beantworten verſucht, durch welche Urſachen neue Arten von Thieren und Pflanzen aus beſtehenden Arten hervorgegangen ſind. Wir haben dieſe Frage nach Darwin's Theorie dahin beantwortet, daß die natürliche Züchtung im Kampf um's Daſein, d. h. die Wechſelwirkung der Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze völlig genügend iſt, um die unendliche Mannichfaltigkeit der verſchiedenen, ſcheinbar zweckmäßig nach einem Bauplane organiſirten Thiere und Pflanzen mechaniſch zu erzeugen. Inzwiſchen wird

sich Ihnen schon wiederholt die Frage aufgedrängt haben: Wie entstanden aber nun die ersten Organismen, oder der eine ursprüngliche Stammorganismus, von welchem wir alle übrigen ableiten?

Diese Frage hat Lamarck[2]) durch die Hypothese der Urzeugung oder Archigonie beantwortet. Darwin dagegen geht über dieselbe hinweg, indem er ausdrücklich hervorhebt, daß er „Nichts mit dem Ursprung der geistigen Grundkräfte, noch mit dem des Lebens selbst zu schaffen habe". Am Schlusse seines Werkes spricht er sich darüber bestimmter in folgenden Worten aus: „Ich nehme an, daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist." Außerdem beruft sich Darwin zur Beruhigung Derjenigen, welche in der Descendenztheorie den Untergang der ganzen „sittlichen Weltordnung" erblicken, auf einen berühmten Schriftsteller und Geistlichen, welcher ihm geschrieben hatte: „Er habe allmählich einsehen gelernt, daß es eine ebenso erhabene Vorstellung von der Gottheit sei, zu glauben, daß sie nur einige wenige, der Selbstentwickelung in andere und nothwendige Formen fähige Urtypen geschaffen, als daß sie immer wieder neue Schöpfungsakte nöthig gehabt habe, um die Lücken auszufüllen, welche durch die Wirkung ihrer eigenen Gesetze entstanden seien." Diejenigen, denen der Glaube an eine übernatürliche Schöpfung ein Gemüthsbedürfniß ist, können sich bei dieser Vorstellung beruhigen. Sie können jenen Glauben mit der Descendenztheorie vereinbaren; denn sie können in der Erschaffung eines einzigen ursprünglichen Organismus, der die Fähigkeit besaß, alle übrigen durch Vererbung und Anpassung aus sich zu entwickeln, wirklich weit mehr Erfindungskraft und Weisheit des Schöpfers bewundern, als in der unabhängigen Erschaffung der verschiedenen Arten.

Wenn wir uns in dieser Weise die Entstehung der ersten individuellen Organismen, von denen alle übrigen abstammen, durch die zweckmäßige und planvolle Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers erklären wollten, so würden wir damit auf eine wissenschaftliche Er-

kenntniß derſelben verzichten, und aus dem Gebiete der wahren Wiſſenſchaft auf das gänzlich getrennte Gebiet der dichtenden Glaubenſchaft hinübertreten. Wir würden durch die Annahme eines übernatürlichen Schöpfungsaktes einen Sprung in das Unbegreifliche thun. Ehe wir uns zu dieſem letzten Schritte entſchließen und damit auf eine wiſſenſchaftliche Erkenntniß jenes Vorgangs verzichten, ſind wir jedenfalls zu dem Verſuche verpflichtet, denſelben durch eine mechaniſche Hypotheſe zu beleuchten. Wir müſſen jedenfalls unterſuchen, ob denn wirklich jener Vorgang ſo wunderbar iſt, oder ob wir uns eine haltbare Vorſtellung von einer ganz natürlichen Erſtehung jenes erſten Stammorganismus machen können. Auf das Wunder der Schöpfung würden wir dann gänzlich verzichten können.

Es wird hierbei nothwendig ſein, zunächſt etwas weiter auszuholen und die natürliche Schöpfungsgeſchichte der Erde und, noch weiter zurückgehend, die natürliche Schöpfungsgeſchichte des ganzen Weltalls in ihren allgemeinen Grundzügen zu betrachten. Es wird Ihnen Allen wohl bekannt ſein, daß aus dem Bau der Erde, wie wir ihn gegenwärtig kennen, die Vorſtellung abgeleitet und bis jetzt noch nicht widerlegt iſt, daß das Innere unſerer Erde ſich in einem feurigflüſſigen Zuſtande befindet, und daß die aus verſchiedenen Schichten zuſammengeſetzte feſte Rinde, auf deren Oberfläche die Organismen leben, nur eine ſehr dünne Kruſte oder Schale um den feurigflüſſigen Kern bildet. Zu dieſer Anſchauung ſind wir durch verſchiedene übereinſtimmende Erfahrungen und Schlüſſe gelangt. Zunächſt ſpricht dafür die Erfahrung, daß die Temperatur der Erdrinde nach dem Innern hin ſtetig zunimmt. Je tiefer wir hinabſteigen, deſto höher ſteigt die Wärme des Erdbodens, und zwar in dem Verhältniß, daß auf jede 100 Fuß Tiefe die Temperatur ungefähr um einen Grad zunimmt. In einer Tiefe von 6 Meilen würde demnach bereits eine Hitze von 1500° herrſchen, hinreichend, um die meiſten feſten Stoffe unſerer Erdrinde in geſchmolzenem feuerflüſſigem Zuſtande zu erhalten. Dieſe Tiefe iſt aber erſt der 286ſte Theil des ganzen Erddurchmeſſers (1717 Meilen). Wir wiſſen ferner, daß Quellen, die

aus beträchtlicher Tiefe hervorkommen, eine ſehr hohe Temperatur beſitzen, und zum Theil ſelbſt das Waſſer im kochenden Zuſtande an die Oberfläche befördern. Sehr wichtige Zeugen ſind endlich die vulkaniſchen Erſcheinungen, das Hervorbrechen feuerflüſſiger Geſteinsmaſſen durch einzelne berſtende Stellen der Erdrinde hindurch. Alle dieſe Erſcheinungen führen uns mit großer Sicherheit zu der wichtigen Annahme, daß die feſte Erdrinde nur einen ganz geringen Bruchtheil, noch lange nicht den tauſendſten Theil von dem ganzen Durchmeſſer der Erdkugel bildet, und daß dieſe ſich noch heute größtentheils in geſchmolzenem oder feuerflüſſigem Zuſtande befindet.

Wenn wir nun auf Grund dieſer Annahme über die einſtige Entwickelungsgeſchichte des Erdballs nachdenken, ſo werden wir folgerichtig noch einen Schritt weiter geführt, nämlich zu der Annahme, daß in früherer Zeit die ganze Erde ein feurigflüſſiger Körper, und daß die Bildung einer dünnen erſtarrten Rinde auf der Oberfläche dieſes Balles erſt ein ſpäterer Vorgang war. Erſt allmählich, durch Ausſtrahlung der inneren Gluthhitze an den kalten Weltraum, verdichtete ſich die Oberfläche des glühenden Erdballs zu einer dünnen Rinde. Daß die Temperatur der Erde früher allgemein eine viel höhere war, wird durch viele Erſcheinungen bezeugt. Unter Anderen ſpricht dafür die gleichmäßige Vertheilung der Organismen in früheren Zeiten der Erdgeſchichte. Während bekanntlich jetzt den verſchiedenen Erdzonen und ihren örtlichen Temperaturen verſchiedene Bevölkerungen von Thieren und Pflanzen entſprechen, war dies früher entſchieden nicht der Fall, und wir ſehen aus der Vertheilung der Verſteinerungen in den älteren Zeiträumen, daß erſt ſehr ſpät, in einer verhältnißmäßig neuen Zeit der organiſchen Erdgeſchichte (im Beginn der ſogenannten cänolithiſchen oder Tertiärzeit), eine Sonderung der Zonen und dem entſprechend auch ihrer organiſchen Bevölkerung ſtattfand. Während der ungeheuer langen Primär- und Sekundärzeit lebten tropiſche Pflanzen, welche einen ſehr hohen Temperaturgrad bedürfen, nicht allein in der heutigen heißen Zone unter dem Aequator, ſondern auch in der heutigen gemäßigten und kalten Zone. Auch viele andere Erſcheinun-

gen haben eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Erdkörpers im Ganzen, und insbesondere eine erst spät eingetretene Abkühlung der Erdrinde von den Polen her kennen gelehrt. In seinen ausgezeichneten „Untersuchungen über die Entwickelungsgesetze der organischen Welt" hat der vortreffliche Bronn[19]) die zahlreichen geologischen und paläontologischen Beweise dafür zusammengestellt.

Auf diese Erscheinungen einerseits und auf die mathematisch-astronomischen Erkenntnisse vom Bau des Weltgebäudes andererseits gründet sich nun die Theorie, daß die ganze Erde vor undenklicher Zeit, lange vor der ersten Entstehung von Organismen auf derselben, ein feuerflüssiger Ball war. Diese Theorie aber steht wiederum in Uebereinstimmung mit der großartigen Theorie von der Entstehung des Weltgebäudes und speciell unseres Planetensystems, welche auf Grund von mathematischen und astronomischen Thatsachen 1755 unser kritischer Philosoph Kant[22]) aufstellte, und welche später die berühmten Mathematiker Laplace und Herschel ausführlicher begründeten. Diese Kosmogenie oder Entwickelungstheorie des Weltalls steht noch heute in fast allgemeiner Geltung; sie ist durch keine bessere ersetzt worden, und Mathematiker, Astronomen und Geologen haben dieselbe durch mannichfaltige Beweise immer fester zu stützen versucht.

Die Kosmogenie Kant's behauptet, daß das ganze Weltall in unvordenklichen Zeiten ein gasförmiges Chaos bildete. Alle Materien, welche auf der Erde und anderen Weltkörpern gegenwärtig in verschiedenen Dichtigkeitszuständen, in festem, fest-flüssigem, tropfbar-flüssigem und elastisch-flüssigem oder gasförmigem Aggregatzustande sich gesondert finden, bildeten ursprünglich zusammen eine einzige gleichartige, den Weltraum gleichmäßig erfüllende Masse, welche in Folge eines außerordentlich hohen Temperaturgrades in gasförmigem oder luftförmigem, äußerst dünnem Zustande sich befand. Die Millionen von Weltkörpern, welche gegenwärtig auf die verschiedenen Sonnensysteme vertheilt sind, existirten damals noch nicht. Sie entstanden erst in Folge einer allgemeinen Drehbewegung oder Rotation, bei welcher sich eine Anzahl von festeren Massengrup-

pen mehr als die übrige gasförmige Masse verdichteten, und nun auf letztere als Anziehungsmittelpunkte wirkten. So entstand eine Scheidung des chaotischen Urnebels oder Weltgases in eine Anzahl von rotirenden Nebelbällen, welche sich mehr und mehr verdichteten. Auch unser Sonnensystem war ein solcher riesiger gasförmiger Dunstball, dessen Theilchen sich sämmtlich um einen gemeinsamen Mittelpunkt, den Sonnenkern, herumdrehten. Der Nebelball selbst nahm durch die Rotationsbewegung, gleich allen übrigen, eine Sphäroidform oder abgeplattete Kugelgestalt an.

Während die Centripetalkraft die rotirenden Theilchen immer näher an den festen Mittelpunkt des Nebelballs heranzog, und so diesen mehr und mehr verdichtete, war umgekehrt die Centrifugalkraft bestrebt, die peripherischen Theilchen immer weiter von jenem zu entfernen und sie abzuschleudern. An dem Aequatorialrande der an beiden Polen abgeplatteten Kugel war diese Centrifugalkraft am stärksten, und sobald sie bei weiter gehender Verdichtung das Uebergewicht über die Centripetalkraft erlangte, löste sich hier eine ringförmige Nebelmasse von dem rotirenden Balle ab. Diese Nebelringe zeichneten die Bahnen der zukünftigen Planeten vor. Allmählich verdichtete sich die Nebelmasse des Ringes zu einem Planeten, der sich um seine eigene Axe drehte und zugleich um den Centralkörper rotirte. In ganz gleicher Weise aber wurden von dem Aequator der Planetenmasse, sobald die Centrifugalkraft wieder das Uebergewicht über die Centripetalkraft gewann, neue Nebelringe abgeschleudert, welche in gleicher Weise um die Planeten sich bewegten, wie diese um die Sonne. Auch diese Nebelringe verdichteten sich wieder zu rotirenden Bällen. So entstanden die Monde, von denen nur einer um die Erde, aber vier um den Jupiter, sechs um den Uranus sich bewegen. Der Ring des Saturnus stellt uns noch heute einen Mond auf jenem früheren Entwickelungsstadium dar. Indem bei immer weiter schreitender Abkühlung sich diese einfachen Vorgänge der Verdichtung und Abschleuderung vielfach wiederholten, entstanden die verschiedenen Sonnensysteme, die Planeten, welche sich rotirend um ihre

centrale Sonne, und die Trabanten oder Monde, welche sich drehend um ihren Planeten bewegten.

Der anfängliche gasförmige Zustand der rotirenden Weltkörper ging allmählich durch fortschreitende Abkühlung und Verdichtung in den feurigflüssigen oder geschmolzenen Aggregatzustand über. Durch den Verdichtungsvorgang selbst wurden große Mengen von Wärme frei, und so gestalteten sich die rotirenden Sonnen, Planeten und Monde bald zu glühenden Feuerbällen, gleich riesigen geschmolzenen Metalltropfen, welche Licht und Wärme ausstrahlten. Durch den damit verbundenen Wärmeverlust verdichtete sich wiederum die geschmolzene Masse an der Oberfläche der feuerflüssigen Bälle und so entstand eine dünne feste Rinde, welche einen feurigflüssigen Kern umschloß. In allen diesen Beziehungen wird sich unsere mütterliche Erde nicht wesentlich verschieden von den übrigen Weltkörpern verhalten haben.

Für den Zweck dieser Vorträge hat es weiter kein besonderes Interesse, die „natürliche Schöpfungsgeschichte des Weltalls" mit seinen verschiedenen Sonnensystemen und Planetensystemen im Einzelnen zu verfolgen und durch alle verschiedenen astronomischen und geologischen Beweismittel mathematisch zu begründen. Ich begnüge mich daher mit den eben angeführten Grundzügen derselben und verweise Sie bezüglich des Näheren auf Kant's „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels".[22]) Nur die Bemerkung will ich noch hinzufügen, daß diese bewunderungswürdige Theorie, welche man auch die kosmologische Gastheorie nennen könnte, mit allen uns bis jetzt bekannten allgemeinen Erscheinungsreihen im Einklang, und mit keiner einzigen derselben in unvereinbarem Widerspruch steht. Ferner ist dieselbe rein mechanisch oder monistisch, nimmt ausschließlich die ureigenen Kräfte der ewigen Materie für sich in Anspruch, und schließt jeden übernatürlichen Vorgang, jede zweckmäßige und bewußte Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers vollständig aus. Kant's kosmologische Gastheorie nimmt daher in der Anorganologie, und insbesondere in der Geologie eine ähnliche herrschende Stellung ein, und krönt in ähnlicher Weise unsere Gesammterkenntniß,

wie Lamarck's biologische Descendenztheorie in der ganzen Biologie, und namentlich in der Anthropologie. Beide stützen sich ausschließlich auf mechanische oder bewußtlose Ursachen (Causae efficientes), nirgends auf zweckthätige oder bewußte Ursachen (Causae finales). (Vergl. oben S. 89—92.) Beide erfüllen somit alle Anforderungen einer wissenschaftlichen Theorie und werden daher in allgemeiner Geltung bleiben, bis sie durch bessere ersetzt werden.

Allerdings will ich andererseits nicht verhehlen, daß der großartigen Kosmogenie Kant's einige Schwächen anhaften, welche uns nicht gestatten, ihr dasselbe unbedingte Vertrauen zu schenken, wie Lamarck's Descendenztheorie. Große Schwierigkeiten verschiedener Art hat die Vorstellung des uranfänglichen gasförmigen Chaos, das den ganzen Weltraum erfüllte. Eine größere und ungelöste Schwierigkeit aber liegt darin, daß die kosmologische Gastheorie uns gar keinen Anhaltepunkt liefert für die Erklärung des ersten Anstoßes, der die Rotationsbewegung in dem gaserfüllten Weltraum verursachte. Beim Suchen nach einem solchen Anstoß werden wir unwillkürlich zu der falschen Frage nach dem „ersten Anfang" verführt. Einen ersten Anfang können wir aber für die ewigen Bewegungserscheinungen des Weltalls ebenso wenig denken, als ein schließliches Ende.

Das Weltall ist nach Raum und Zeit unbeschränkt und unermeßlich. Es ist ewig und es ist unendlich. Aber auch für die ununterbrochene und ewige Bewegung, in welcher sich alle Theilchen des Weltalls beständig befinden, können wir uns keinen Anfang und kein Ende denken. Die großen Gesetze von der Erhaltung der Kraft[38]) und von der Erhaltung des Stoffes, die Grundlagen unserer ganzen Naturanschauung, lassen keine andere Vorstellung zu. Die Welt, soweit sie dem Erkenntnißvermögen des Menschen zugänglich ist, erscheint als eine zusammenhängende Kette von materiellen Bewegungserscheinungen, die einen fortwährenden ursächlichen Wechsel der Formen bedingen. Jede Form, als das zeitweilige Resultat einer Summe von Bewegungserscheinungen, ist als solches vergänglich und von beschränkter Dauer. Aber in dem beständigen

Wechsel der Formen bleibt die Materie und die davon untrennbare Kraft ewig und unzerstörbar.

Wenn nun auch Kant's kosmologische Gastheorie nicht im Stande ist, die Entwickelungsgeschichte des ganzen Weltalls in befriedigender Weise über jenen Zustand des gasförmigen Chaos hinaus aufzuklären, und wenn auch außerdem noch mancherlei gewichtige Bedenken, namentlich von chemischer und geologischer Seite her, sich gegen sie aufwerfen lassen, so müssen wir ihr doch anderseits das große Verdienst lassen, den ganzen Bau des unserer Beobachtung zugänglichen Weltgebäudes, die Anatomie der Sonnensysteme und speciell unseres Planetensystems, vortrefflich durch ihre Entwickelungsgeschichte zu erklären. Vielleicht war diese Entwickelung in der That eine ganz andere; vielleicht entstanden die Planeten, und also auch unsere Erde, durch Aggregation aus zahllosen kleinen, im Weltraum zerstreuten Meteoriten? Aber bisher hat noch Niemand eine andere derartige Entwickelungstheorie stichhaltig zu begründen, und etwas Besseres an die Stelle von Kant's Kosmogenie zu setzen vermocht.

Nach diesem allgemeinen Blick auf die monistische Kosmogenie oder die natürliche Entwickelungsgeschichte des Weltalls lassen Sie uns zu einem winzigen Bruchtheil desselben zurückkehren, zu unserer mütterlichen Erde. Wir hatten dieselbe im Zustande einer feurig-flüssigen, an beiden Polen abgeplatteten Kugel verlassen, deren Oberfläche sich durch Abkühlung zu einer ganz dünnen festen Rinde verdichtet hatte. Die erste Erstarrungskruste wird die ganze Oberfläche des Erdsphäroids als eine zusammenhängende, glatte, dünne Schale gleichmäßig überzogen haben. Bald aber wurde dieselbe uneben und höckerig. Indem nämlich bei fortschreitender Abkühlung der feuerflüssige Kern sich mehr und mehr verdichtete und zusammenzog, und so der ganze Erddurchmesser sich verkleinerte, mußte die dünne, starre Rinde, welche der weicheren Kernmasse nicht nachfolgen konnte, über derselben vielfach zusammenbrechen. Es würde zwischen beiden ein leerer Raum entstanden sein, wenn nicht der äußere Atmosphärendruck die zerbrechliche Rinde nach innen hinein gedrückt hätte. Andere Unebenheiten

entſtanden wahrſcheinlich dadurch, daß an verſchiedenen Stellen die abgekühlte Rinde durch den Erſtarrungsprozeß ſelbſt ſich zuſammenzog und Sprünge oder Riſſe bekam. Der feurigflüſſige Kern quoll von Neuem durch dieſe Sprünge hervor und erſtarrte abermals. So entſtanden ſchon frühzeitig mancherlei Erhöhungen und Vertiefungen, welche die erſten Grundlagen der Berge und der Thäler wurden.

Nachdem die Temperatur des abgekühlten Erdballs bis auf einen gewiſſen Grad geſunken war, erfolgte ein ſehr wichtiger neuer Vorgang, nämlich die erſte Entſtehung des Waſſers. Das Waſſer war bisher nur in Dampfform in der den Erdball umgebenden Atmoſphäre vorhanden geweſen. Offenbar konnte das Waſſer ſich erſt zu tropfbar-flüſſigem Zuſtande verdichten, nachdem die Temperatur der Atmoſphäre bedeutend geſunken war. Nun begann die weitere Umbildung der Erdrinde durch die Kraft des Waſſers. Indem daſſelbe beſtändig in Form von Regen niederfiel, hierbei die Erhöhungen der Erdrinde abſpülte, die Vertiefungen durch den abgeſpülten Schlamm ausfüllte, und dieſen ſchichtenweiſe ablagerte, bewirkte es die außerordentlich wichtigen neptuniſchen Umbildungen der Erdrinde, welche ſeitdem ununterbrochen fortdauerten, und auf welche wir im nächſten Vortrage noch einen näheren Blick werfen werden.

Erſt nachdem die Erdrinde ſo weit abgekühlt war, daß das Waſſer ſich zu tropfbarer Form verdichtet hatte, erſt als die bis dahin trockene Erdkruſte zum erſten Male von flüſſigem Waſſer bedeckt wurde, konnte die Entſtehung der erſten Organismen erfolgen. Denn alle Thiere und alle Pflanzen, alle Organismen überhaupt, beſtehen zum großen Theile oder zum größten Theile aus tropfbar-flüſſigem Waſſer, welches mit anderen Materien in eigenthümlicher Weiſe ſich verbindet, und dieſe in den feſtflüſſigen Aggregatzuſtand verſetzt. Wir können alſo aus dieſen allgemeinen Grundzügen der anorganiſchen Erdgeſchichte zunächſt die wichtige Thatſache folgern, daß zu irgend einer beſtimmten Zeit das Leben auf der Erde ſeinen Anfang hatte, daß die irdiſchen Organismen nicht von jeher exiſtirten, ſondern in irgend einem beſtimmten Zeitpunkte zum erſten Mal entſtanden.

Wie haben wir uns nun dieſe Entſtehung der erſten Organismen zu denken? Hier iſt derjenige Punkt, an welchem die meiſten Naturforſcher noch heutzutage geneigt ſind, den Verſuch einer natürlichen Erklärung aufzugeben, und zu dem Wunder einer unbegreiflichen Schöpfung zu flüchten. Mit dieſem Schritte treten ſie, wie ſchon vorher bemerkt wurde, außerhalb des Gebietes der naturwiſſenſchaftlichen Erkenntniß und verzichten auf jede weitere Einſicht in den nothwendigen Zuſammenhang der Naturgeſchichte. Ehe wir muthlos dieſen letzten Schritt thun, ehe wir an der Möglichkeit jeder Erkenntniß dieſes wichtigen Vorgangs verzweifeln, wollen wir wenigſtens einen Verſuch machen, denſelben zu begreifen. Laſſen Sie uns ſehen, ob denn wirklich die Entſtehung eines erſten Organismus aus anorganiſchem Stoffe, die Entſtehung eines lebendigen Körpers aus lebloſer Materie etwas ganz Undenkbares, außerhalb aller bekannten Erfahrung Stehendes ſei? Laſſen Sie uns mit einem Worte die Frage von der Urzeugung oder Archigonie unterſuchen! Vor Allem iſt hierbei erforderlich, ſich die hauptſächlichſten Eigenſchaften der beiden Hauptgruppen von Naturkörpern, der ſogenannten lebloſen oder anorganiſchen und der belebten oder organiſchen Körper klar zu machen, und das Gemeinſame einerſeits, das Unterſcheidende beider Gruppen andrerſeits feſtzuſtellen. Auf dieſe Vergleichung der Organismen und Anorgane müſſen wir hier um ſo mehr eingehen, als ſie gewöhnlich ſehr vernachläſſigt wird, und als ſie doch zu einem richtigen, einheitlichen oder moniſtiſchen Verſtändniß der Geſammtnatur ganz nothwendig iſt. Am zweckmäßigſten wird es hierbei ſein, die drei Grundeigenſchaften jedes Naturkörpers, Stoff, Form und Kraft, geſondert zu betrachten. Beginnen wir zunächſt mit dem Stoff. (Gen. Morph. I, 111.)

Durch die Chemie ſind wir dahin gelangt, ſämmtliche uns bekannte Körper zu zerlegen in eine geringe Anzahl von Elementen oder Grundſtoffen, nicht weiter zerlegbaren Körpern, z. B. Kohlenſtoff, Sauerſtoff, Stickſtoff, Schwefel, ferner die verſchiedenen Metalle: Kalium, Natrium, Eiſen, Gold u. ſ. w. Man zählt jetzt gegen ſiebzig

ſolcher Elemente oder Grundſtoffe. Die Mehrzahl derſelben iſt ziemlich unwichtig und ſelten; nur die Minderzahl iſt allgemeiner verbreitet und ſetzt nicht allein die meiſten Anorgane, ſondern auch ſämmtliche Organismen zuſammen. Vergleichen wir nun diejenigen Elemente, welche den Körper der Organismen aufbauen, mit denjenigen, welche in den Anorganen ſich finden, ſo haben wir zunächſt die höchſt wichtige Thatſache hervorzuheben, daß im Thier- und Pflanzenkörper kein Grundſtoff vorkommt, der nicht auch außerhalb deſſelben in der lebloſen Natur zu finden wäre. Es giebt keine beſonderen organiſchen Elemente oder Grundſtoffe.

Die chemiſchen und phyſikaliſchen Unterſchiede, welche zwiſchen den Organismen und den Anorganen exiſtiren, haben alſo ihren materiellen Grund nicht in einer verſchiedenen Natur der ſie zuſammenſetzenden *Grundſtoffe*, ſondern in der verſchiedenen Art und Weiſe, in welcher die letzteren zu chemiſchen *Verbindungen* zuſammengeſetzt ſind. Dieſe verſchiedene Verbindungsweiſe bedingt zunächſt gewiſſe phyſikaliſche Eigenthümlichkeiten, insbeſondere in der *Dichtigkeit der Materie*, welche auf den erſten Blick eine tiefe Kluft zwiſchen beiden Körpergruppen zu begründen ſcheinen. Die geformten anorganiſchen oder lebloſen Naturkörper, die Kryſtalle und die amorphen Geſteine, befinden ſich in einem Dichtigkeitszuſtande, den wir den feſten nennen, und den wir entgegenſetzen dem tropfbar-flüſſigen Dichtigkeitszuſtande des Waſſers und dem gasförmigen Dichtigkeitszuſtande der Luft. Es iſt Ihnen bekannt, daß dieſe drei verſchiedenen Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzuſtände der Anorgane durchaus nicht den verſchiedenen Elementen eigenthümlich, ſondern die Folgen eines beſtimmten Temperaturgrades ſind. Jeder anorganiſche feſte Körper kann durch Erhöhung der Temperatur zunächſt in den tropfbar-flüſſigen oder geſchmolzenen, und durch weitere Erhitzung in den gasförmigen oder elaſtiſch-flüſſigen Zuſtand verſetzt werden. Ebenſo kann jeder gasförmige Körper durch gehörige Erniedrigung der Temperatur zunächſt in den tropfbar-flüſſigen und weiterhin in den feſten Dichtigkeitszuſtand übergeführt werden.

Im Gegenſatze zu dieſen drei Dichtigkeitszuſtänden der Anorgane befindet ſich der lebendige Körper aller Organismen, Thiere ſowohl als Pflanzen, in einem ganz eigenthümlichen, vierten Aggregatzuſtande. Dieſer iſt weder feſt, wie Geſtein, noch tropfbar-flüſſig, wie Waſſer, vielmehr hält er zwiſchen dieſen beiden Zuſtänden die Mitte, und kann daher als der feſt-flüſſige oder gequollene Aggregatzuſtand bezeichnet werden. In allen lebenden Körpern ohne Ausnahme iſt eine gewiſſe Menge Waſſer mit feſter Materie in ganz eigenthümlicher Art und Weiſe verbunden, und eben durch dieſe charakteriſtiſche Verbindung des Waſſers mit der organiſchen Materie entſteht jener weiche, weder feſte noch flüſſige, Aggregatzuſtand, welcher für die mechaniſche Erklärung der Lebenserſcheinungen von der größten Bedeutung iſt. Die Urſache deſſelben liegt weſentlich in den phyſikaliſchen und chemiſchen Eigenſchaften eines einzigen unzerlegbaren Grundſtoffs, des Kohlenſtoffs. (Gen. Morph. I, 122—130.)

Von allen Elementen iſt der Kohlenſtoff für uns bei weitem das wichtigſte und intereſſanteſte, weil bei allen uns bekannten Thier- und Pflanzenkörpern dieſer Grundſtoff die größte Rolle ſpielt. Er iſt dasjenige Element, welches durch ſeine eigenthümliche Neigung zur Bildung verwickelter Verbindungen mit den anderen Elementen die größte Mannichfaltigkeit in der chemiſchen Zuſammenſetzung, und daher auch in den Formen und Lebenseigenſchaften der Thier- und Pflanzenkörper hervorruft. Der Kohlenſtoff zeichnet ſich ganz beſonders dadurch aus, daß er ſich mit den andern Elementen in unendlich mannichfaltigen Zahlen- und Gewichtsverhältniſſen verbinden kann. Es entſtehen zunächſt durch Verbindung des Kohlenſtoffs mit drei andern Elementen, dem Sauerſtoff, Waſſerſtoff und Stickſtoff (zu denen ſich meiſt auch noch Schwefel und häufig Phosphor geſellt), jene äußerſt wichtigen Verbindungen, welche wir als das erſte und unentbehrlichſte Subſtrat aller Lebenserſcheinungen kennen gelernt haben, die eiweißartigen Verbindungen oder Albuminkörper (Proteinſtoffe). Schon früher (S. 164) haben wir in den Moneren Organismen der allereinfachſten Art kennen gelernt, deren ganzer Körper in voll-

kommen ausgebildetem Zustande aus weiter Nichts besteht, als aus einem festflüssigen eiweißartigen Klümpchen; Organismen, welche für die Lehre von der ersten Entstehung des Lebens von der allergrößten Bedeutung sind. Aber auch die meisten übrigen Organismen sind zu einer gewissen Zeit ihrer Existenz, wenigstens in der ersten Zeit ihres Lebens, als Eizellen oder Keimzellen, im Wesentlichen weiter Nichts als einfache Klümpchen eines solchen eiweißartigen Bildungsstoffes, des Plasma oder Protoplasma. Sie sind dann von den Moneren nur dadurch verschieden, daß im Innern des eiweißartigen Körperchens sich der Zellenkern (Nucleus) von dem umgebenden Zellstoff (Protoplasma) gesondert hat. Wie wir schon früher zeigten, sind Zellen von ganz einfacher Beschaffenheit die Staatsbürger, welche durch ihr Zusammenwirken und ihre Sonderung den Körper auch der vollkommensten Organismen, einen republikanischen Zellenstaat, aufbauen (S. 269). Die entwickelten Formen und Lebenserscheinungen des letzteren werden lediglich durch die Thätigkeit jener eiweißartigen Körperchen zu Stande gebracht.

Es darf als einer der größten Triumphe der neueren Biologie, insbesondere der Gewebelehre, angesehen werden, daß wir jetzt im Stande sind, das Wunder der Lebenserscheinungen auf diese Stoffe zurückzuführen, daß wir die unendlich mannichfaltigen und verwickelten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Eiweißkörper als die eigentliche Ursache der organischen oder Lebenserscheinungen nachgewiesen haben. Alle verschiedenen Formen der Organismen sind zunächst und unmittelbar das Resultat der Zusammensetzung aus verschiedenen Formen von Zellen. Die unendlich mannichfaltigen Verschiedenheiten in der Form, Größe und Zusammensetzung der Zellen sind aber erst allmählich durch die Arbeitstheilung und Vervollkommnung der einfachen gleichartigen Plasmaklümpchen entstanden, welche ursprünglich allein den Zellenleib bildeten. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, daß auch die Grunderscheinungen des organischen Lebens, Ernährung und Fortpflanzung, ebenso in ihren höchst zusammengesetzten wie in ihren ein-

fachsten Aeußerungen, auf die materielle Beschaffenheit jenes eiweißartigen Bildungsstoffes, des Plasma, zurückzuführen sind. Aus jenen beiden haben sich die übrigen Lebensthätigkeiten erst allmählich hervorgebildet. So hat denn gegenwärtig die allgemeine Erklärung des Lebens für uns nicht mehr Schwierigkeit, als die Erklärung der physikalischen Eigenschaften der anorganischen Körper. Alle Lebenserscheinungen und Gestaltungsprozesse der Organismen sind ebenso unmittelbar durch die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Kräfte der organischen Materie bedingt, wie die Lebenserscheinungen der anorganischen Krystalle, d. h. die Vorgänge ihres Wachsthums und ihrer specifischen Formbildung, die unmittelbaren Folgen ihrer chemischen Zusammensetzung und ihres physikalischen Zustandes sind. Die letzten Ursachen bleiben uns freilich in beiden Fällen gleich verborgen. Wenn Gold und Kupfer im tesseralen, Wismuth und Antimon im hexagonalen, Jod und Schwefel im rhombischen Krystallsystem krystallisiren, so ist uns dies im Grunde nicht mehr und nicht weniger räthselhaft, als jeder elementare Vorgang der organischen Formbildung, jede Selbstgestaltung der organischen Zelle. Auch in dieser Beziehung können wir gegenwärtig den fundamentalen Unterschied zwischen Organismen und anorganischen Körpern nicht mehr festhalten, von welchem man früher allgemein überzeugt war.

Betrachten wir zweitens die Uebereinstimmungen und Unterschiede, welche die Formbildung der organischen und anorganischen Naturkörper uns darbietet (Gen. Morph. I, S. 130). Als Hauptunterschied in dieser Beziehung sah man früher die einfache Struktur der letzteren, den zusammengesetzten Bau der ersteren an. Der Körper aller Organismen sollte aus ungleichartigen oder heterogenen Theilen zusammengesetzt sein, aus Werkzeugen oder Organen, welche zum Zweck des Lebens zusammenwirken. Dagegen sollten auch die vollkommensten Anorgane, die Krystalle, durch und durch aus gleichartiger oder homogener Materie bestehen. Dieser Unterschied erscheint sehr wesentlich. Allein er verliert alle Bedeutung dadurch, daß wir in den letzten Jahren die höchst merkwürdigen und wichtigen Moneren ken-

nen gelernt haben[15]). (Vergl. oben S. 164—167). Der ganze Körper dieſer einfachſten von allen Organismen, ein feſt-flüſſiges, formloſes und ſtrukturloſes Eiweißklümpchen, beſteht in der That nur aus einer einzigen chemiſchen Verbindung, und iſt ebenſo vollkommen einfach in ſeiner Struktur, wie jeder Kryſtall, der aus einer einzigen organiſchen Verbindung, z. B. einem Metallſalze, oder einer ſehr zuſammengeſetzten Kieſelerde-Verbindung beſteht.

Ebenſo wie in der inneren Struktur oder Zuſammenſetzung, hat man auch in der äußeren Form durchgreifende Unterſchiede zwiſchen den Organismen und Anorganen finden wollen, insbeſondere in der mathematiſch beſtimmbaren Kryſtallform der letzteren. Allerdings iſt die Kryſtalliſation vorzugsweiſe eine Eigenſchaft der ſogenannten Anorgane. Die Kryſtalle werden begrenzt von ebenen Flächen, welche in geraden Linien und unter beſtimmten meßbaren Winkeln zuſammenſtoßen. Die Thier- und Pflanzenwelt dagegen ſcheint auf den erſten Blick keine derartige geometriſche Beſtimmung zuzulaſſen. Sie iſt meiſtens von gebogenen Flächen und krummen Linien begrenzt, welche unter veränderlichen Winkeln zuſammenſtoßen. Allein wir haben in neuerer Zeit in den Radiolarien[23]) und in vielen anderen Protiſten eine große Anzahl von niederen Organismen kennen gelernt, bei denen der Körper in gleicher Weiſe, wie bei den Kryſtallen, auf eine mathematiſch beſtimmbare Grundform ſich zurückführen läßt, bei denen die Geſtalt im Ganzen wie im Einzelnen durch geometriſch beſtimmbare Flächen, Kanten und Winkel begrenzt wird. In meiner allgemeinen Grundformenlehre oder Promorphologie habe ich hierfür die ausführlichen Beweiſe geliefert, und zugleich ein allgemeines Formenſyſtem aufgeſtellt, deſſen ideale ſtereometriſche Grundformen eben ſo gut die realen Formen der anorganiſchen Kryſtalle wie der organiſchen Individuen erklären (Gen. Morph. I, 375—574). Außerdem giebt es übrigens auch vollkommen amorphe Organismen, wie die Moneren, Amöben u. ſ. w., welche jeden Augenblick ihre Geſtalt wechſeln, und bei denen man ebenſo wenig eine beſtimmte Grundform nachweiſen kann, als es bei den formloſen oder

amorphen Anorganen, bei den nicht krystallisirten Gesteinen, Niederschlägen u. s. w. der Fall ist. Wir sind also nicht im Stande, irgend einen prinzipiellen Unterschied in der äußeren Form oder in der inneren Struktur der Anorgane und Organismen aufzufinden.

Wenden wir uns drittens an die Kräfte oder an die Bewegungserscheinungen dieser beiden verschiedenen Körpergruppen (Gen. Morph. I, 140). Hier stoßen wir auf die größten Schwierigkeiten. Die Lebenserscheinungen, wie sie die meisten Menschen nur von hoch ausgebildeten Organismen, von vollkommneren Thieren und Pflanzen kennen, erscheinen so räthselhaft, so wunderbar, so eigenthümlich, daß die Meisten der bestimmten Ansicht sind, in der anorganischen Natur komme gar nichts Aehnliches oder nur entfernt damit Vergleichbares vor. Man nennt ja eben deshalb die Organismen belebte und die Anorgane leblose Naturkörper. Daher erhielt sich bis in unser Jahrhundert hinein, selbst in der Wissenschaft, die sich mit der Erforschung der Lebenserscheinungen beschäftigt, in der Physiologie, die irrthümliche Ansicht, daß die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Materie nicht zur Erklärung der Lebenserscheinungen ausreichten. Heutzutage, namentlich seit dem letzten Jahrzehnt, darf diese Ansicht als völlig überwunden angesehen werden. In der Physiologie wenigstens hat sie nirgends mehr eine Stätte. Es fällt heutzutage keinem Physiologen mehr ein, irgend welche Lebenserscheinungen als das Resultat einer wunderbaren Lebenskraft aufzufassen, einer besonderen zweckmäßig thätigen Kraft, welche außerhalb der Materie steht, und welche die physikalisch-chemischen Kräfte gewissermaßen nur in ihren Dienst nimmt. Die heutige Physiologie ist zu der streng monistischen Ueberzeugung gelangt, daß sämmtliche Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, rein physikalisch-chemische Vorgänge, und ebenso unmittelbar von der materiellen Beschaffenheit des Organismus abhängig sind, wie alle physikalischen und chemischen Eigenschaften oder Kräfte eines jeden Krystalles lediglich durch seine materielle Zusammensetzung bedingt werden. Da nun derjenige Grundstoff, welcher

die eigenthümliche materielle Zusammensetzung der Organismen bedingt, der Kohlenstoff ist, so müssen wir alle Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, in letzter Linie auf die Eigenschaften des Kohlenstoffs zurückführen. Lediglich die eigenthümlichen, chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffs, und namentlich der festflüssige Aggregatzustand und die leichte Zersetzbarkeit der höchst zusammengesetzten eiweißartigen Kohlenstoffverbindungen, sind die mechanischen Ursachen jener eigenthümlichen Bewegungserscheinungen, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden, und die man im engeren Sinne das „Leben" zu nennen pflegt.

Um diese „Kohlenstofftheorie", welche ich im zweiten Buche meiner generellen Morphologie ausführlich begründet habe, richtig zu würdigen, ist es vor Allem nöthig, diejenigen Bewegungserscheinungen scharf in's Auge zu fassen, welche beiden Gruppen von Naturkörpern gemeinsam sind. Unter diesen steht obenan das Wachsthum. Wenn Sie irgend eine anorganische Salzlösung langsam verdampfen lassen, so bilden sich darin Salzkrystalle, welche bei weiter gehender Verdunstung des Wassers langsam an Größe zunehmen. Dieses Wachsthum erfolgt dadurch, daß immer neue Theilchen aus dem flüssigen Aggregatzustande in den festen übergehen und sich an den bereits gebildeten festen Krystallkern nach bestimmten Gesetzen anlagern. Durch solche Anlagerung oder Apposition der Theilchen entstehen die mathematisch bestimmten Krystallformen. Ebenso durch Aufnahme neuer Theilchen geschieht auch das Wachsthum der Organismen. Der Unterschied ist nur der, daß beim Wachsthum der Organismen in Folge ihres festflüssigen Aggregatzustandes die neu aufgenommenen Theilchen in's Innere des Organismus vorrücken (Intussusception), während die Anorgane nur durch Apposition, durch Ansatz neuer, gleichartiger Materie von außen her zunehmen. Indeß ist dieser wichtige Unterschied des Wachsthums durch Intussusception

und durch Apposition augenscheinlich nur die nothwendige und unmittelbare Folge des verschiedenen Dichtigkeitszustandes oder Aggregatzustandes der Organismen und der Anorgane.

Ich kann hier an dieser Stelle leider nicht näher die mancherlei höchst interessanten Parallelen und Analogien verfolgen, welche sich zwischen der Bildung der vollkommensten Anorgane, der Krystalle, und der Bildung der einfachsten Organismen, der Moneren und der nächst verwandten Formen, vorfinden. Ich muß Sie in dieser Beziehung auf die eingehende Vergleichung der Organismen und der Anorgane verweisen, welche ich im fünften Kapitel meiner generellen Morphologie durchgeführt habe (Gen. Morph. I, 111—166). Dort habe ich ausführlich bewiesen, daß durchgreifende Unterschiede zwischen den organischen und anorganischen Naturkörpern weder in Bezug auf Form und Struktur, noch in Bezug auf Stoff und Kraft existiren, daß die wirklich vorhandenen Unterschiede von der eigenthümlichen Natur des Kohlenstoffs abhängen, und daß keine unübersteigliche Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur existirt. Besonders einleuchtend erkennen Sie diese höchst wichtige Thatsache, wenn Sie die Entstehung der Formen bei den Krystallen und bei den einfachsten organischen Individuen vergleichend untersuchen. Auch bei der Bildung der Krystallindividuen treten zweierlei verschiedene, einander entgegenwirkende Bildungstriebe in Wirksamkeit. Die innere Gestaltungskraft oder der innere Bildungstrieb, welcher der Erblichkeit der Organismen entspricht, ist bei dem Krystalle der unmittelbare Ausfluß seiner materiellen Constitution oder seiner chemischen Zusammensetzung. Die Form des Krystalles, soweit sie durch diesen inneren, ureigenen Bildungstrieb bestimmt wird, ist das Resultat der specifisch bestimmten Art und Weise, in welcher sich die kleinsten Theilchen der krystallisirenden Materie nach verschiedenen Richtungen hin gesetzmäßig an einander lagern. Jener selbstständigen inneren Bildungskraft, welche der Materie selbst unmittelbar anhaftet, wirkt eine zweite formbildende Kraft geradezu entgegen. Diese äußere Gestal-

tungskraft oder den äußeren Bildungstrieb können wir bei den Kryſtallen ebenſo gut wie bei den Organismen als Anpaſſung bezeichnen. Jedes Kryſtallindividuum muß ſich während ſeiner Entſtehung ganz ebenſo wie jedes organiſche Individuum den umgebenden Einflüſſen und Exiſtenzbedingungen der Außenwelt unterwerfen und anpaſſen. In der That iſt die Form und Größe eines jeden Kryſtalles abhängig von ſeiner geſammten Umgebung, z. B. von dem Gefäß, in welchem die Kryſtalliſation ſtattfindet, von der Temperatur und von dem Luftdruck, unter welchem der Kryſtall ſich bildet, von der Anweſenheit oder Abweſenheit ungleichartiger Körper u. ſ. w. Die Form jedes einzelnen Kryſtalles iſt daher ebenſo wie die Form jedes einzelnen Organismus das Reſultat der Gegenwirkung zweier einander gegenüber ſtehender Faktoren, des inneren Bildungstriebes, der durch die chemiſche Konſtitution der eigenen Materie gegeben iſt, und des äußeren Bildungstriebes, welcher durch die Einwirkung der umgebenden Materie bedingt iſt. Beide in Wechſelwirkung ſtehende Geſtaltungskräfte ſind im Organismus ebenſo wie im Kryſtall rein mechaniſcher Natur, unmittelbar an dem Stoffe des Körpers haftend. Wenn man das Wachsthum und die Geſtaltung der Organismen als einen Lebensprozeß bezeichnet, ſo kann man daſſelbe eben ſo gut von dem ſich bildenden Kryſtall behaupten. Die teleologiſche Naturbetrachtung, welche in den organiſchen Formen zweckmäßig eingerichtete Schöpfungsmaſchinen erblickt, muß folgerichtiger Weiſe dieſelben auch in den Kryſtallformen anerkennen. Die Unterſchiede, welche ſich zwiſchen den einfachſten organiſchen Individuen und den anorganiſchen Kryſtallen vorfinden, ſind durch den feſten Aggregatzuſtand der letzteren, durch den feſtflüſſigen Zuſtand der erſteren bedingt. Im Uebrigen ſind die bewirkenden Urſachen der Form in beiden vollſtändig dieſelben. Ganz beſonders klar drängt ſich Ihnen dieſe Ueberzeugung auf, wenn Sie die höchſt merkwürdigen Erſcheinungen von dem Wachsthum, der Anpaſſung und der „Wechſelbeziehung oder Correlation der Theile“ bei den entſtehenden Kryſtallen mit den entſprechenden Erſcheinungen bei der Entſtehung

der einfachſten organiſchen Individuen (Moneren und Zellen) vergleichen. Die Analogie zwiſchen Beiden iſt ſo groß, daß wirklich keine ſcharfe Grenze zu ziehen iſt. In meiner generellen Morphologie habe ich hierfür eine Anzahl von ſchlagenden Thatſachen angeführt (Gen. Morph. I, 146, 156, 158).

Wenn Sie dieſe „Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur", dieſe weſentliche Uebereinſtimmung der Organismen und Anorgane in Stoff, Form und Kraft, ſich lebhaft vor Augen halten, wenn Sie ſich erinnern, daß wir nicht im Stande ſind, irgend welche fundamentalen Unterſchiede zwiſchen dieſen beiderlei Körpergruppen feſtzuſtellen (wie ſie früherhin allgemein angenommen wurden), ſo verliert die Frage von der Urzeugung ſehr viel von der Schwierigkeit, welche ſie auf den erſten Blick zu haben ſcheint. Es wird uns dann die Entwickelung des erſten Organismus aus anorganiſcher Materie als ein viel leichter denkbarer und verſtändlicher Prozeß erſcheinen, als es bisher der Fall war, wo man jene künſtliche abſolute Scheidewand zwiſchen organiſcher oder belebter und anorganiſcher oder lebloſer Natur aufrecht erhielt.

Bei der Frage von der Urzeugung oder Archigonie, die wir jetzt beſtimmter beantworten können, erinnern Sie ſich zunächſt daran, daß wir unter dieſem Begriff ganz allgemein die elternloſe Zeugung eines organiſchen Individuums, die Entſtehung eines Organismus unabhängig von einem elterlichen oder zeugenden Organismus verſtehen. In dieſem Sinne haben wir früher die Urzeugung (Archigonia) der Elternzeugung oder Fortpflanzung (Tocogonia) entgegengeſetzt (S. 164). Bei der letzteren entſteht das organiſche Individuum dadurch, daß ein größerer oder geringerer Theil von einem bereits beſtehenden Organismus ſich ablöſt und ſelbſtſtändig weiter wächſt (Gen. Morph. II, 32).

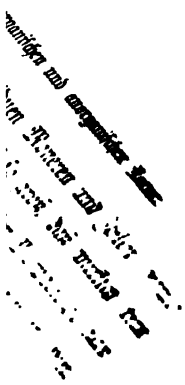
Von der Urzeugung, welche man auch oft als freiwillige oder urſprüngliche Zeugung bezeichnet (Generatio spontanea, aequivoca, primaria etc.), müſſen wir zunächſt zwei weſentlich verſchiedene Arten unterſcheiden, nämlich die Autogonie und die Plasmogonie.

tungskraft oder den äußeren Bildungstrieb der Kryſtallen ebenſo gut wie bei den Organismen zeichnen. Jedes Kryſtallindividuum muß ſtehung ganz ebenſo wie jedes organiſ den Einflüſſen und Exiſtenzbeding und anpaſſen. In der That iſt Kryſtalles abhängig von ſeiner Gefäß, in welchem die Kryſt und von dem Luftdruck, der Anweſenheit oder

Die Form jedes ein jedes einzelnen Or einander gegenüb bes, der durch geben iſt, u wirkung d wirkung im K Kö d

ſten
ngs-
men-
n und
, Am-
nennen
:gani-
ſſigkeit,
lten und
eiß, Fett.
, 33).
als der Plasmogonie iſt
Sicherheit beobachtet. In älterer
über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der
che und zum Theil auch intereſſante Verſuche
dieſe Experimente beziehen ſich faſt ſämmtlich nicht
gonie, ſondern auf die Plasmogonie, auf die Entſtehung
ganismus aus bereits gebildeter organiſcher Materie. Offen-
aber für unſere Schöpfungsgeſchichte dieſer letztere Vorgang
ein untergeordnetes Intereſſe. Es kommt für uns vielmehr
auf an, die Frage zu löſen: „Giebt es eine Autogonie? Iſt
es möglich, daß ein Organismus nicht aus vorgebildeter organiſcher,
ſondern aus rein anorganiſcher Materie entſteht?“ Daher können wir
hier auch ruhig alle jene zahlreichen Experimente, welche ſich nur auf
die Plasmogonie beziehen, und in dem letzten Jahrzehnt mit be-
ſonderem Eifer betrieben worden ſind, bei Seite laſſen; zu-
mals ſie meiſt ein negatives Reſultat hatten. Angenommen auch,
es würde dadurch die Wirklichkeit der Plasmogonie ſtreng bewieſen,
ſo wäre damit noch nicht die Autogonie erklärt.

Die Verſuche über Autogonie haben bis jetzt ebenfalls kein ſiche-
res poſitives Reſultat geliefert. Jedoch müſſen wir uns von vorn
herein auf das beſtimmteſte dagegen verwahren, daß durch dieſe Ex-
perimente die Unmöglichkeit der Urzeugung überhaupt nachgewieſen



...isten Naturforscher, welche bestrebt waren, diese Frage
...scheiden, und welche bei Anwendung aller mög-
...eln unter ganz bestimmten Verhältnissen keine
...en, stellten auf Grund dieser negativen Re-
... auf: „Es ist überhaupt unmöglich, daß
...lterliche Zeugung, entstehen.“ Diese
...uptung stützen sie einfach und allein
...mente, welche doch weiter Nichts
oder jenen, höchst künstlichen
...perimentatoren geschaffen wurden,
... Man kann auf keinen Fall aus jenen
...ens unter den unnatürlichsten Bedingungen in
... Weise angestellt wurden, den Schluß ziehen, daß
...gung überhaupt unmöglich sei. Die Unmöglichkeit eines
...en Vorganges kann überhaupt niemals bewiesen werden. Denn wie können wir wissen, daß in jener ältesten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, existirten, welche eine Urzeugung ermöglichten? Ja, wir können sogar mit voller Sicherheit positiv behaupten, daß die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verschieden gewesen sein müssen. Denken Sie allein an die Thatsache, daß die ungeheuren Massen von Kohlenstoff, welche wir gegenwärtig in den primären Steinkohlengebirgen abgelagert finden, erst durch die Thätigkeit des Pflanzenlebens in feste Form gebracht, und die mächtig zusammengepreßten und verdichteten Ueberreste von zahllosen Pflanzenleichen sind, die sich im Laufe vieler Millionen Jahre anhäuften. Allein zu der Zeit, als auf der abgekühlten Erdrinde nach der Entstehung des tropfbar-flüssigen Wassers zum ersten Male Organismen durch Urzeugung sich bildeten, waren jene unermeßlichen Kohlenstoffquantitäten in ganz anderer Form vorhanden, wahrscheinlich größtentheils in Form von Kohlensäure in der Atmosphäre vertheilt. Die ganze Zusammensetzung der Atmosphäre war also außerordentlich von der jetzigen verschieden. Ferner waren, wie sich aus chemischen, phy-

Unter Autogonie verſtehen wir die Entſtehung eines einfachſten organiſchen Individuums in einer anorganiſchen Bildungsflüſſigkeit, d. h. in einer Flüſſigkeit, welche die zur Zuſammenſetzung des Organismus erforderlichen Grundſtoffe in einfachen und beſtändigen Verbindungen gelöſt enthält (z. B. Kohlenſäure, Ammoniak, binäre Salze u. ſ. w.); Plasmogonie dagegen nennen wir die Urzeugung dann, wenn der Organismus in einer organiſchen Bildungsflüſſigkeit entſteht, d. h. in einer Flüſſigkeit, welche jene erforderlichen Grundſtoffe in Form von verwickelten und lockeren Kohlenſtoffverbindungen gelöſt enthält (z. B. Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten ꝛc.) (Gen. Morph. I, 174; II, 33).

Der Vorgang der Autogonie ſowohl als der Plasmogonie iſt bis jetzt noch nicht direkt mit voller Sicherheit beobachtet. In älterer und neuerer Zeit hat man über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der Urzeugung ſehr zahlreiche und zum Theil auch intereſſante Verſuche angeſtellt. Allein dieſe Experimente beziehen ſich faſt ſämmtlich nicht auf die Autogonie, ſondern auf die Plasmogonie, auf die Entſtehung eines Organismus aus bereits gebildeter organiſcher Materie. Offenbar hat aber für unſere Schöpfungsgeſchichte dieſer letztere Vorgang nur ein untergeordnetes Intereſſe. Es kommt für uns vielmehr darauf an, die Frage zu löſen: „Giebt es eine Autogonie? Iſt es möglich, daß ein Organismus nicht aus vorgebildeter organiſcher, ſondern aus rein anorganiſcher Materie entſteht?“ Daher können wir hier auch ruhig alle jene zahlreichen Experimente, welche ſich nur auf die Plasmogonie beziehen, und in dem letzten Jahrzehnt mit beſonderem Eifer betrieben worden ſind, bei Seite laſſen; zumals ſie meiſt ein negatives Reſultat hatten. Angenommen auch, es würde dadurch die Wirklichkeit der Plasmogonie ſtreng bewieſen, ſo wäre damit noch nicht die Autogonie erklärt.

Die Verſuche über Autogonie haben bis jetzt ebenfalls kein ſicheres poſitives Reſultat geliefert. Jedoch müſſen wir uns von vorn herein auf das beſtimmteſte dagegen verwahren, daß durch dieſe Experimente die Unmöglichkeit der Urzeugung überhaupt nachgewieſen

sei. Die allermeisten Naturforscher, welche bestrebt waren, diese Frage experimentell zu entscheiden, und welche bei Anwendung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln unter ganz bestimmten Verhältnissen keine Organismen entstehen sahen, stellten auf Grund dieser negativen Resultate sofort die Behauptung auf: „Es ist überhaupt unmöglich, daß Organismen von selbst, ohne elterliche Zeugung, entstehen.“ Diese leichtfertige und unüberlegte Behauptung stützen sie einfach und allein auf das negative Resultat ihrer Experimente, welche doch weiter Nichts beweisen konnten, als daß unter diesen oder jenen, höchst künstlichen Verhältnissen, wie sie durch die Experimentatoren geschaffen wurden, kein Organismus sich bildete. Man kann auf keinen Fall aus jenen Versuchen, welche meistens unter den unnatürlichsten Bedingungen in höchst künstlicher Weise angestellt wurden, den Schluß ziehen, daß die Urzeugung überhaupt unmöglich sei. Die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges kann überhaupt niemals bewiesen werden. Denn wie können wir wissen, daß in jener ältesten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, existirten, welche eine Urzeugung ermöglichten? Ja, wir können sogar mit voller Sicherheit positiv behaupten, daß die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verschieden gewesen sein müssen. Denken Sie allein an die Thatsache, daß die ungeheuren Massen von Kohlenstoff, welche wir gegenwärtig in den primären Steinkohlengebirgen abgelagert finden, erst durch die Thätigkeit des Pflanzenlebens in feste Form gebracht, und die mächtig zusammengepreßten und verdichteten Ueberreste von zahllosen Pflanzenleichen sind, die sich im Laufe vieler Millionen Jahre anhäuften. Allein zu der Zeit, als auf der abgekühlten Erdrinde nach der Entstehung des tropfbar-flüssigen Wassers zum ersten Male Organismen durch Urzeugung sich bildeten, waren jene unermeßlichen Kohlenstoffquantitäten in ganz anderer Form vorhanden, wahrscheinlich größtentheils in Form von Kohlensäure in der Atmosphäre vertheilt. Die ganze Zusammensetzung der Atmosphäre war also außerordentlich von der jetzigen verschieden. Ferner waren, wie sich aus chemischen, phy-

fikaliſchen und geologiſchen Gründen ſchließen läßt, der Dichtigkeitszuſtand und die elektriſchen Verhältniſſe der Atmoſphäre ganz andere. Ebenſo war auch jedenfalls die chemiſche und phyſikaliſche Beſchaffenheit des Urmeeres, welches damals als eine ununterbrochene Waſſerhülle die ganze Erdoberfläche im Zuſammenhang bedeckte, ganz eigenthümlich. Temperatur, Dichtigkeit, Salzgehalt u. ſ. w. müſſen ſehr von denen der jetzigen Meere verſchieden geweſen ſein. Es bleibt alſo auf jeden Fall für uns, wenn wir auch ſonſt Nichts weiter davon wiſſen, die Annahme wenigſtens nicht beſtreitbar, daß zu jener Zeit unter ganz anderen Bedingungen eine Urzeugung möglich geweſen ſei, die heutzutage vielleicht nicht mehr möglich iſt.

Nun kommt aber dazu, daß durch die neueren Fortſchritte der Chemie und Phyſiologie das Räthſelhafte und Wunderbare, das zunächſt der viel beſtrittene und doch nothwendige Vorgang der Urzeugung an ſich zu haben ſcheint, größtentheils oder eigentlich ganz zerſtört worden iſt. Es iſt noch nicht fünfzig Jahre her, daß ſämmtliche Chemiker behaupteten, wir ſeien nicht im Stande, irgend eine zuſammengeſetzte Kohlenſtoffverbindung oder eine ſogenannte „organiſche Verbindung“ künſtlich in unſeren Laboratorien herzuſtellen. Nur die myſtiſche „Lebenskraft“ ſollte dieſe Verbindungen zu Stande bringen können. Als daher 1828 Wöhler in Göttingen zum erſten Male dieſes Dogma thatſächlich widerlegte, und auf künſtlichem Wege aus rein anorganiſchen Körpern (Cyan- und Ammoniakverbindungen) den rein „organiſchen“ Harnſtoff darſtellte, war man im höchſten Grade erſtaunt und überraſcht. In der neueren Zeit iſt es nun durch die Fortſchritte der ſynthetiſchen Chemie gelungen, derartige „organiſche“ Kohlenſtoffverbindungen rein künſtlich in großer Mannichfaltigkeit in unſeren Laboratorien aus anorganiſchen Subſtanzen herzuſtellen, z. B. Alkohol, Eſſigſäure, Ameiſenſäure u. ſ. w. Selbſt viele höchſt verwickelte Kohlenſtoffverbindungen werden jetzt künſtlich zuſammengeſetzt, ſo daß alle Ausſicht vorhanden iſt, auch die am meiſten zuſammengeſetzten und zugleich die wichtigſten von allen, die Eiweißverbindungen oder Plasmakörper, früher oder ſpäter künſtlich in unſeren chemiſchen Werkſtätten

zu erzeugen. Dadurch ist aber die tiefe Kluft zwischen organischen und anorganischen Körpern, die man früher allgemein festhielt, größtentheils oder eigentlich ganz beseitigt, und für die Vorstellung der Urzeugung der Weg gebahnt.

Von noch größerer, ja von der allergrößten Wichtigkeit für die Hypothese der Urzeugung sind endlich die höchst merkwürdigen Moneren, jene schon vorher mehrfach erwähnten Lebewesen, welche nicht nur die einfachsten beobachteten, sondern auch überhaupt die denkbar einfachsten von allen Organismen sind [15]). Schon früher, als wir die einfachsten Erscheinungen der Fortpflanzung und Vererbung untersuchten, habe ich Ihnen diese wunderbaren „Organismen ohne Organe" beschrieben. Wir kennen jetzt schon acht verschiedene Gattungen solcher Moneren, von denen einige im süßen Wasser, andere im Meere leben (vergl. oben S. 164—167, sowie Taf. I und deren Erklärung im Anhang, S. 663). In vollkommen ausgebildetem und frei beweglichem Zustande stellen sie sämmtlich weiter Nichts dar, als ein strukturloses Klümpchen einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung. Nur durch die Art der Fortpflanzung und Entwickelung, sowie der Nahrungsaufnahme, sind die einzelnen Gattungen und Arten ein wenig verschieden. Durch die Entdeckung dieser Organismen, die von der allergrößten Bedeutung ist, verliert die Annahme einer Urzeugung den größten Theil ihrer Schwierigkeiten. Denn da denselben noch jede Organisation, jeder Unterschied ungleichartiger Theile fehlt, da alle Lebenserscheinungen von einer und derselben gleichartigen und formlosen Materie vollzogen werden, so können wir uns ihre Entstehung durch Urzeugung sehr wohl denken. Geschieht dieselbe durch Plasmagonie, ist bereits lebensfähiges Plasma vorhanden, so braucht dasselbe bloß sich zu individualisiren, in gleicher Weise, wie bei der Krystallbildung sich die Mutterlauge der Krystalle individualisirt. Geschieht dagegen die Urzeugung der Moneren durch wahre Autogonie, so ist dazu noch erforderlich, daß vorher jenes lebensfähige Plasma, jener Urschleim, aus einfacheren Kohlenstoffverbindungen sich bildet. Da wir jetzt im Stande sind, in unseren

chemiſchen Laboratorien ähnliche zuſammengeſetzte Kohlenſtoffverbindungen künſtlich herzuſtellen, ſo liegt durchaus kein Grund für die Annahme vor, daß nicht auch in der freien Natur ſich Verhältniſſe finden, unter denen ähnliche Verbindungen entſtehen können. Sobald man früherhin die Vorſtellung der Urzeugung zu faſſen ſuchte, ſcheiterte man ſofort an der organiſchen Zuſammenſetzung auch der einfachſten Organismen, welche man damals kannte. Erſt ſeitdem wir mit den höchſt wichtigen Moneren bekannt geworden ſind, erſt ſeitdem wir in ihnen Organismen kennen gelernt haben, welche gar nicht aus Organen zuſammengeſetzt ſind, welche bloß aus einer einzigen chemiſchen Verbindung beſtehen, und dennoch wachſen, ſich ernähren und fortpflanzen, iſt jene Hauptſchwierigkeit gelöſt, und die Hypotheſe der Urzeugung hat dadurch denjenigen Grad von Wahrſcheinlichkeit gewonnen, welcher ſie berechtigt, die Lücke zwiſchen Kant's Kosmogenie und Lamarck's Deſcendenztheorie auszufüllen. Es giebt ſogar ſchon unter den bis jetzt bekannten Moneren eine Art, die vielleicht noch heutzutage beſtändig durch Urzeugung entſteht. Das iſt der wunderbare, von Huxley entdeckte und beſchriebene Bathybius Haeckelii. Wie ich ſchon früher erwähnte (S. 165), findet ſich dieſes Moner in den größten Tiefen des Meeres, zwiſchen 12,000 und 24,000 Fuß, wo es den Boden theils in Form von netzförmigen Plasmaſträngen und Geflechten, theils in Form von unregelmäßigen größeren und kleineren Plasmaklumpen überzieht.

Nur ſolche homogene, noch gar nicht differenzirte Organismen, welche in ihrer gleichartigen Zuſammenſetzung aus einerlei Theilchen den anorganiſchen Kryſtallen gleichſtehen, konnten durch Urzeugung entſtehen, und konnten die Ureltern aller übrigen Organismen werden. Bei der weiteren Entwickelung derſelben haben wir als den wichtigſten Vorgang zunächſt die Bildung eines Kernes (Nucleus) in dem ſtrukturloſen Eiweißklümpchen anzuſehen. Dieſe können wir uns rein phyſikaliſch als Verdichtung der innerſten, centralen Eiweißtheilchen vorſtellen. Die dichtere centrale Maſſe, welche anfangs allmählich in das peripheriſche Plasma überging, ſonderte ſich ſpäter ganz von

dieſem ab und bildete ſo ein ſelbſtſtändiges rundes Eiweißkörperchen, den Kern. Durch dieſen Vorgang iſt aber bereits aus dem Moner eine Zelle geworden. Daß nun die weitere Entwickelung aller übrigen Organismen aus einer ſolchen Zelle keine Schwierigkeit hat, muß Ihnen aus den bisherigen Vorträgen klar geworden ſein. Denn jedes Thier und jede Pflanze iſt im Beginn ihres individuellen Lebens eine einfache Zelle. Der Menſch ſo gut wie jedes andere Thier iſt anfangs weiter Nichts, als eine einfache Eizelle, ein einziges Schleimklümpchen, worin ſich ein Kern befindet (S. 170, Fig. 3).

Ebenſo wie der Kern der organiſchen Zellen durch Sonderung aus der inneren oder centralen Maſſe der urſprünglich gleichartigen Plasmaklümpchen entſtand, ſo bildete ſich die erſte Zellhaut oder Membran an deren Oberfläche. Auch dieſen einfachen, aber höchſt wichtigen Vorgang können wir, wie ſchon oben bemerkt, einfach phyſikaliſch erklären, entweder durch einen chemiſchen Niederſchlag oder eine phyſikaliſche Verdichtung in der oberflächlichſten Rindenſchicht, oder durch eine Ausſcheidung. Eine der erſten Anpaſſungsthätigkeiten, welche die durch Urzeugung entſtandenen Moneren ausübten, wird die Verdichtung einer äußeren Rindenſchicht geweſen ſein, welche als ſchützende Hülle das weichere Innere gegen die angreifenden Einflüſſe der Außenwelt abſchloß. War aber erſt durch Verdichtung der homogenen Moneren im Inneren ein Zellkern, an der Oberfläche eine Zellhaut entſtanden, ſo waren damit alle die fundamentalen Formen der Bauſteine gegeben, aus denen durch unendlich mannichfaltige Zuſammenſetzung ſich erfahrungsgemäß der Körper ſämmtlicher höheren Organismen aufbaut.

Wie ſchon früher erwähnt wurde, beruht unſer ganzes Verſtändniß des Organismus weſentlich auf der von Schleiden und Schwann vor dreißig Jahren aufgeſtellten Zellentheorie. Danach iſt jeder Organismus entweder eine einfache Zelle oder eine Gemeinde, ein Staat von eng verbundenen Zellen. Die geſammten Formen und Lebenserſcheinungen eines jeden Organismus ſind das Geſammtreſultat der Formen und Lebenserſcheinungen aller einzelnen ihn zu-

ſammenſetzenden Zellen. Durch die neueren Fortſchritte der Zellenlehre iſt es nöthig geworden, die Elementarorganismen oder die organiſchen „Individuen erſter Ordnung", welche man gewöhnlich als „Zellen" bezeichnet, mit dem allgemeineren und paſſenderen Namen der Bildnerinnen oder Plaſtiden zu belegen. Wir unterſcheiden unter dieſen Bildnerinnen zwei Hauptgruppen, nämlich Cytoden und echte Zellen. Die Cytoden ſind kernloſe Plasmaſtücke, gleich den Moneren (S. 167, Fig. 1). Die Zellen dagegen ſind Plasmaſtücke, welche einen Kern oder Nucleus enthalten (S. 169, Fig. 2). Jede dieſer beiden Hauptformen von Plaſtiden zerfällt wieder in zwei untergeordnete Formgruppen, je nachdem ſie eine äußere Umhüllung (Haut, Schale oder Membran) beſitzt oder nicht. Wir können demnach allgemein folgende Stufenleiter von vier verſchiedenen Plaſtidenarten unterſcheiden: 1. Urcytoden (S. 167, Fig. 1 A); 2. Hüllcytoden; 3. Urzellen (S. 169, Fig. 2 B); 4. Hüllzellen (S. 169, Fig. 2 A) (Gen. Morph. I, 269—289).

Was das Verhältniß dieſer vier Plaſtidenformen zur Urzeugung betrifft, ſo iſt folgendes das Wahrſcheinlichſte: 1. die Urcytoden (Gymnocytoda), nackte Plasmaſtücke ohne Kern, gleich den heute noch lebenden Moneren, ſind die einzigen Plaſtiden, welche unmittelbar durch Urzeugung entſtanden; 2. die Hüllcytoden (Lepocytoda), Plasmaſtücke ohne Kern, welche von einer Hülle (Membran oder Schale) umgeben ſind, entſtanden aus den Urcytoden entweder durch Verdichtung der oberflächlichſten Plasmaſchichten oder durch Ausſcheidung einer Hülle; 3. die Urzellen (Gymnocyta) oder nackte Zellen, Plasmaſtücke mit Kern, aber ohne Hülle, entſtanden aus den Urcytoden durch Verdichtung der innerſten Plasmatheile zu einem Kerne oder Nucleus, durch Differenzirung von centralem Kerne und peripheriſchem Zellſtoff; 4. die Hüllzellen (Lepocyta) oder Hautzellen, Plasmaſtücke mit Kern und mit äußerer Hülle (Membran oder Schale), entſtanden entweder aus den Hüllcytoden durch Bildung eines Kernes oder aus den Urzellen durch Bildung einer Membran. Alle übrigen Formen von Bildnerinnen oder Plaſtiden, welche außerdem noch vor-

kommen, sind erst nachträglich durch natürliche Züchtung, durch Abstammung mit Anpassung, durch Differenzirung und Umbildung aus jenen vier Grundformen entstanden.

Durch diese Plastidentheorie, durch diese Ableitung aller verschiedenen Plastidenformen und somit auch aller aus ihnen zusammengesetzten Organismen von den Moneren, kommt ein einfacher und natürlicher Zusammenhang in die gesammte Entwickelungstheorie. Die Entstehung der ersten Moneren durch Urzeugung erscheint uns als ein einfacher und nothwendiger Vorgang in dem Entwickelungsprozeß des Erdkörpers. Ich gebe zu, daß dieser Vorgang, so lange er noch nicht direkt beobachtet oder durch das Experiment wiederholt ist, eine reine Hypothese bleibt. Allein ich wiederhole, daß diese Hypothese für den ganzen Zusammenhang der natürlichen Schöpfungsgeschichte unentbehrlich ist, daß sie an sich durchaus nichts Gezwungenes und Wunderbares mehr hat, und daß sie keinenfalls jemals positiv widerlegt werden kann. Auch ist zu berücksichtigen, daß der Vorgang der Urzeugung, selbst wenn er alltäglich und stündlich noch heute stattfände, auf jeden Fall äußerst schwierig zu beobachten und mit untrüglicher Sicherheit als solcher festzustellen sein würde. Den heute noch lebenden Moneren gegenüber finden wir uns aber in folgende Alternative versetzt: Entweder stammen dieselben wirklich direkt von den zuerst entstandenen oder „erschaffenen" ältesten Moneren ab, und dann müßten sie sich schon viele Millionen Jahre hindurch unverändert fortgepflanzt und in der ursprünglichen Form einfacher Plasmastückchen erhalten haben. Oder die heutigen Moneren sind erst viel später im Laufe der organischen Erdgeschichte durch wiederholte Urzeugungs-Akte entstanden, und dann kann die Urzeugung ebenso gut noch heute stattfinden. Offenbar hat die letztere Annahme viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich als die erstere.

Wenn Sie die Hypothese der Urzeugung nicht annehmen, so müssen Sie an diesem einzigen Punkte der Entwickelungstheorie zum Wunder einer übernatürlichen Schöpfung Ihre Zuflucht nehmen. Der Schöpfer muß dann den ersten Organismus oder die we-

nigen erſten Organismen, von denen alle übrigen abſtammen, jedenfalls einfachſte Moneren oder Urcytoden, als ſolche geſchaffen und ihnen die Fähigkeit beigelegt haben, ſich in mechaniſcher Weiſe weiter zu entwickeln. Ich überlaſſe es einem Jeden von Ihnen, zwiſchen dieſer Vorſtellung und der Hypotheſe der Urzeugung zu wählen. Mir ſcheint die Vorſtellung, daß der Schöpfer an dieſem einzigen Punkte willkürlich in den geſetzmäßigen Entwickelungsgang der Materie eingegriffen habe, der im Uebrigen ganz ohne ſeine Mitwirkung verläuft, ebenſo unbefriedigend für das gläubige Gemüth, wie für den wiſſenſchaftlichen Verſtand zu ſein. Nehmen wir dagegen für die Entſtehung der erſten Organismen die Hypotheſe der Urzeugung an, welche aus den oben erörterten Gründen, insbeſondere durch die Entdeckung der Moneren, ihre frühere Schwierigkeit verloren hat, ſo gelangen wir zur Herſtellung eines ununterbrochenen natürlichen Zuſammenhanges zwiſchen der Entwickelung der Erde und der von ihr geborenen Organismen, und wir erkennen auch in dem letzten noch zweifelhaften Punkte die Einheit der geſammten Natur und die Einheit ihrer Entwickelungsgeſetze (Gen. Morph. I, 164).

Vierzehnter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde.

Chorologiſche Thatſachen und Urſachen. Einmalige Entſtehung der meiſten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte“. Ausbreitung durch Wanderung. Aktive und paſſive Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Transportmittel. Transport der Keime durch Waſſer und Wind. Beſtändige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Chorologiſche Bedeutung der geologiſchen Vorgänge. Einfluß des Klima-Wechſels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entſtehung neuer Arten. Iſolirung der Koloniſten. Wagners „Migrationsgeſetz“. Verhältniß der Migrationstheorie zur Selectionstheorie. Uebereinſtimmung ihrer Folgerungen mit der Deſcendenztheorie.

Meine Herren! Wie ich ſchon zu wiederholten Malen hervorgehoben habe, wie aber nie genug betont werden kann, liegt der eigentliche Werth und die unüberwindliche Stärke der Deſcendenztheorie nicht darin, daß ſie uns dieſe oder jene einzelne Erſcheinung erläutert, ſondern darin, daß ſie uns die Geſammtheit der biologiſchen Phänomene erklärt, daß ſie uns alle botaniſchen und zoologiſchen Erſcheinungsreihen in ihrem inneren Zuſammenhange verſtändlich macht. Daher wird jeder denkende Forſcher um ſo feſter und tiefer von ihrer Wahrheit durchdrungen, je mehr er ſeinen Blick von einzelnen biologiſchen Wahrnehmungen zu einer allgemeinen Betrachtung des Geſammtgebietes des Thier- und Pflanzenlebens erhebt. Laſſen

Sie uns nun jetzt, von dieſem umfaſſenden Standpunkt aus, ein biologiſches Gebiet überblicken, deſſen mannichfaltige und verwickelte Erſcheinungen beſonders einfach und lichtvoll durch die Selectionstheorie erklärt werden. Ich meine die Chorologie oder die Lehre von der räumlichen Verbreitung der Organismen über die Erdoberfläche. Darunter verſtehe ich nicht nur die geographiſche Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten über die verſchiedenen Erdtheile und deren Provinzen, über Feſtländer und Inſeln, Meere und Flüſſe; ſondern auch die topographiſche Verbreitung derſelben in verticaler Richtung, ihr Hinaufſteigen auf die Höhen der Gebirge, ihr Hinabſteigen in die Tiefen des Oceans (Gen. Morph. II, 286).

Wie Ihnen bekannt ſein wird, haben die ſonderbaren chorologiſchen Erſcheinungsreihen, welche die horizontale Verbreitung der Organismen über die Erdtheile, und ihre verticale Verbreitung in Höhen und Tiefen darbieten, ſchon ſeit längerer Zeit allgemeines Intereſſe erweckt. In neuerer Zeit haben namentlich Alexander Humboldt[39]) und Frederick Schouw die Geographie der Pflanzen, Berghaus und Schmarda die Geographie der Thiere in weiterem Umfange behandelt. Aber obwohl dieſe und manche andere Naturforſcher unſere Kenntniſſe von der Verbreitung der Thier- und Pflanzenformen vielfach gefördert und uns ein weites Gebiet des Wiſſens voll wunderbarer und intereſſanter Erſcheinungen zugänglich gemacht haben, ſo blieb doch die ganze Chorologie immer nur ein zerſtreutes Wiſſen von einer Maſſe einzelner Thatſachen. Eine Wiſſenſchaft konnte man ſie nicht nennen, ſo lange uns die wirkenden Urſachen zur Erklärung dieſer Thatſachen fehlten. Dieſe Urſachen hat uns erſt die Selectionstheorie mit ihrer Lehre von den Wanderungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt, und erſt ſeit Darwin und Wallace können wir von einer ſelbſtſtändigen chorologiſchen Wiſſenſchaft reden.

Wenn man die geſammten Erſcheinungen der geographiſchen und topographiſchen Verbreitung der Organismen an und für ſich betrachtet, ohne Rückſicht auf die allmähliche Entwickelung der Arten, und

wenn man zugleich, dem herkömmlichen Aberglauben folgend, die einzelnen Thier- und Pflanzenarten als selbstständig erschaffene und von einander unabhängige Formen betrachtet, so bleibt nichts anderes übrig, als jene Erscheinungen wie eine bunte Sammlung von unbegreiflichen und unerklärlichen Wundern anzustaunen. Sobald man aber diesen niederen Standpunkt verläßt und mit der Annahme einer Blutsverwandtschaft der verschiedenen Species sich zur Höhe der Entwickelungstheorie erhebt, so fällt mit einem Male ein vollständig erklärendes Licht auf jenes mystische Wundergebiet, und wir sehen, daß sich alle jene chorologischen Thatsachen ganz einfach und leicht aus der Annahme einer gemeinsamen Abstammung der Arten und ihrer passiven und aktiven Wanderung verstehen lassen.

Der wichtigste Grundsatz, von dem wir in der Chorologie ausgehen müssen, und von dessen Wahrheit uns jede tiefere Betrachtung der Selectionstheorie überzeugt, ist, daß in der Regel jede Thier- und Pflanzenart nur einmal im Lauf der Zeit und nur an einem Orte der Erde, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", durch natürliche Züchtung entstanden ist. Ich theile diese Ansicht Darwin's unbedingt in Bezug auf die große Mehrzahl der höheren und vollkommenen Organismen, in Bezug auf die allermeisten Thiere und Pflanzen, bei denen die Arbeitstheilung oder Differenzirung der sie zusammensetzenden Zellen und Organe einen gewissen Grad erreicht hat. Denn es ist ganz unglaublich, oder könnte doch nur durch einen höchst seltenen Zufall geschehen, daß alle die mannichfaltigen und verwickelten Umstände, alle die verschiedenen Bedingungen des Kampfes ums Dasein, die bei der Entstehung einer neuen Art durch natürliche Züchtung wirksam sind, genau in derselben Vereinigung und Verbindung mehr als einmal in der Erdgeschichte, oder gleichzeitig an mehreren verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zusammen gewirkt haben.

Dagegen halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß gewisse höchst unvollkommene Organismen vom einfachsten Bau, Speciesformen von höchst indifferenter Natur, wie z. B. manche einzellige Protisten,

namentlich aber die einfachſten von allen, die Moneren, in ihrer ſpecifiſchen Form mehrmals oder gleichzeitig an mehreren Stellen der Erde entſtanden ſeien. Denn die wenigen ſehr einfachen Bedingungen, durch welche ihre ſpecifiſche Form im Kampfe um's Daſein umgebildet wurde, können ſich wohl öfter im Laufe der Zeit, oder unabhängig von einander an verſchiedenen Stellen der Erde wiederholt haben. Ferner können auch diejenigen höheren ſpecifiſchen Formen, welche nicht durch natürliche Züchtung, ſondern durch Baſtardzeugung entſtanden ſind, die früher erwähnten Baſtardarten (S. 130, 245) wiederholt an verſchiedenen Orten neu entſtanden ſein. Da uns jedoch dieſe verhältnißmäßig geringe Anzahl von Organismen hier vorläufig noch nicht näher intereſſirt, ſo können wir in chorologiſcher Beziehung von ihnen abſehen, und brauchen bloß die Verbreitung der großen Mehrzahl der Thier- und Pflanzenarten in Betracht zu ziehen, bei denen die einmalige Entſtehung jeder Species an einem einzigen Orte, an ihrem ſogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", aus vielen wichtigen Gründen als hinreichend geſichert angeſehen werden kann.

Jede Thier- und Pflanzenart hat nun von Anbeginn ihrer Exiſtenz an das Streben beſeſſen, ſich über die beſchränkte Lokalität ihrer Entſtehung, über die Schranken ihres „Schöpfungsmittelpunktes" oder beſſer geſagt ihrer Urheimath oder ihres Geburtsortes hinaus auszubreiten. Das iſt eine nothwendige Folge der früher erörterten Bevölkerungs- und Uebervölkerungsverhältniſſe (S. 144, 228). Je ſtärker eine Thier- oder Pflanzenart ſich vermehrt, deſto weniger reicht ihr beſchränkter Geburtsort für ihren Unterhalt aus, deſto heftiger wird der Kampf um's Daſein, deſto raſcher tritt eine Uebervölkerung der Heimath und in Folge deſſen Auswanderung ein. Dieſe Wanderungen ſind allen Organismen gemeinſam und ſie ſind die eigentliche Urſache der weiten Verbreitung der verſchiedenen Organismenarten über die Erdoberfläche. Wie die Menſchen aus den übervölkerten Staaten, ſo wandern Thiere und Pflanzen allgemein aus ihrer übervölkerten Urheimath aus.

Auf die hohe Bedeutung dieſer ſehr intereſſanten Wanderungen der Organismen haben ſchon früher viele ausgezeichnete Naturforſcher, insbeſondere Lyell[11]), Schleiden u. A. wiederholt aufmerkſam gemacht. Die Transportmittel, durch welche dieſelben geſchehen, ſind äußerſt mannichfaltig. Darwin hat dieſelben im elften und zwölften Kapitel ſeines Werks, welche der „geographiſchen Verbreitung" ausſchließlich gewidmet ſind, vortrefflich erörtert. Die Transportmittel ſind theils aktive, theils paſſive; d. h. der Organismus bewerkſtelligt ſeine Wanderungen theils durch freie Ortsbewegungen, die von ihm ſelbſt ausgehen, theils durch Bewegungen anderer Naturkörper, an denen er ſich nicht ſelbſtthätig betheiligt.

Die aktiven Wanderungen ſpielen ſelbſtverſtändlich die größte Rolle bei den frei beweglichen Thieren. Je freier die Bewegung eines Thieres nach allen Richtungen hin durch ſeine Organiſation erlaubt iſt, deſto leichter kann dieſe Thierart wandern, und deſto raſcher ſich über die Erde ausbreiten. Am meiſten begünſtigt ſind in dieſer Beziehung natürlich die fliegenden Thiere, und insbeſondere unter den Wirbelthieren die Vögel, unter den Gliederthieren die Inſekten. Leichter als alle anderen Thiere konnten ſich dieſe beiden Klaſſen alsbald nach ihrer Entſtehung über die ganze Erde verbreiten, und daraus erklärt ſich auch zum Theil die ungemeine innere Einförmigkeit, welche dieſe beiden großen Thierklaſſen vor allen anderen auszeichnet. Denn obwohl dieſelben eine außerordentliche Anzahl von verſchiedenen Arten enthalten, und obwohl die Inſektenklaſſe allein mehr verſchiedene Species beſitzen ſoll, als alle übrigen Thierklaſſen zuſammengenommen, ſo ſtimmen dennoch alle dieſe unzähligen Inſektenarten, und ebenſo andererſeits die verſchiedenen Vögelarten, in allen weſentlichen Eigenthümlichkeiten ihrer Organiſation ganz auffallend überein. Daher kann man ſowohl in der Klaſſe der Inſekten, als in derjenigen der Vögel, nur eine ſehr geringe Anzahl von größeren natürlichen Gruppen oder „Ordnungen" unterſcheiden, und dieſe wenigen Ordnungen weichen im inneren Bau nur ſehr wenig von einander ab. Die artenreichen Vögelordnungen ſind lange

nicht ſo weit von einander verſchieden, wie die viel weniger artenreichen Ordnungen der Säugethierklaſſe; und die an Genera- und Speciesformen äußerſt reichen Inſektenordnungen ſtehen ſich im inneren Bau viel näher, als die viel kleineren Ordnungen der Krebsklaſſe. Die durchgehende Parallele zwiſchen den Vögeln und Inſekten iſt auch in dieſer ſyſtematiſchen Beziehung ſehr intereſſant; und die größte Bedeutung ihres Formenreichthums für die wiſſenſchaftliche Morphologie liegt darin, daß ſie uns zeigen, wie innerhalb des engſten anatomiſchen Spielraums, und ohne tiefere Veränderungen der weſentlichen inneren Organiſation, die größte Mannichfaltigkeit der äußeren Körperform erreicht werden kann: Offenbar liegt der Grund dafür in der fliegenden Lebensweiſe und in der freieſten Ortsbewegung. In Folge deſſen haben ſich Vögel ſowohl als Inſekten ſehr raſch über die ganze Erdoberfläche verbreitet, haben an allen möglichen, anderen Thieren unzugänglichen Lokalitäten ſich angeſiedelt, und nun durch oberflächliche Anpaſſung an beſtimmte Localverhältniſſe ihre ſpecifiſche Form vielfach modifizirt.

Nächſt den fliegenden Thieren haben natürlich am raſcheſten und weiteſten ſich diejenigen ausgebreitet, die nächſtdem am beſten wandern konnten, die beſten Läufer unter den Landbewohnern, die beſten Schwimmer unter den Waſſerbewohnern. Das Vermögen derartiger aktiver Wanderungen iſt aber nicht bloß auf diejenigen Thiere beſchränkt, welche ihr ganzes Leben hindurch ſich freier Ortsbewegung erfreuen. Denn auch die feſtſitzenden Thiere, wie z. B. die Korallen, die Röhrenwürmer, die Seeſcheiden, die Seelilien, die Taſcheln, die Rankenkrebſe und viele andere niedere Thiere, die auf Seepflanzen, Steinen u. dgl. feſtgewachſen ſind, genießen doch in ihrer Jugend wenigſtens freie Ortsbewegung. Sie alle wandern, ehe ſie ſich feſtſetzen. Gewöhnlich iſt der erſte frei bewegliche Jugendzuſtand derſelben eine flimmernde Larve, ein rundliches Körperchen, welches mittelſt eines Kleides von beweglichen Flimmerhaaren im Waſſer umherſchwärmt und den Namen Gaſtrula führt. (Vergl. S. 443.)

Aber nicht auf die Thiere allein iſt das Vermögen der freien

Ortsbewegung und ſomit auch der aktiven Wanderung beſchränkt, ſondern ſelbſt viele Pflanzen erfreuen ſich deſſelben. Viele niedere Waſſerpflanzen, insbeſondere aus der Tangklaſſe, ſchwimmen in ihrer erſten Jugend, gleich den eben erwähnten niederen Thieren, mittelſt eines beweglichen Flimmerkleides, einer ſchwingenden Geißel oder eines zitternden Wimperpelzes frei im Waſſer umher und ſetzen ſich erſt ſpäter feſt. Selbſt bei vielen höheren Pflanzen, die wir als kriechende und kletternde bezeichnen, können wir von einer aktiven Wanderung ſprechen. Der langgeſtreckte Stengel oder Wurzelſtock derſelben kriecht oder klettert während ſeines langen Wachsthums nach neuen Standorten und erobert ſich mittelſt ſeiner weitverzweigten Aeſte einen neuen Wohnort, in dem er ſich durch Knospen befeſtigt, und neue Kolonien von anderen Individuen ſeiner Art hervorruft.

So einflußreich nun aber auch dieſe aktiven Wanderungen der meiſten Thiere und vieler Pflanzen ſind, ſo würden ſie allein doch bei weitem nicht ausreichen, uns die Chorologie der Organismen zu erklären. Vielmehr ſind bei weitem wichtiger und von ungleich größerer Wirkung, wenigſtens für die meiſten Pflanzen und für viele Thiere, von jeher die paſſiven Wanderungen geweſen. Solche paſſive Ortsveränderungen werden durch äußerſt mannichfaltige Urſachen hervorgebracht. Luft und Waſſer in ihrer ewigen Bewegung, Wind und Wellen in ihrer mannichfaltigen Strömung ſpielen dabei die größte Rolle. Der Wind hebt allerorten und allerzeiten leichte Organismen, kleine Thiere und Pflanzen, namentlich aber die jugendlichen Keime derſelben, Thiereier und Pflanzenſamen, in die Höhe, und führt ſie weithin über Land und Meer. Wo dieſelben in das Waſſer fallen, werden ſie von Strömungen oder Wellen erfaßt und nach anderen Orten hingeführt. Wie weit in vielen Fällen Baumſtämme, hartſchalige Früchte und andere ſchwer verwesliche Pflanzentheile durch den Lauf der Flüſſe und durch die Strömungen des Meeres von ihrer urſprünglichen Heimath weggeführt werden, iſt aus zahlreichen Beiſpielen bekannt. Palmenſtämme aus Weſtindien werden durch den Golfſtrom nach den britiſchen und norwegiſchen

Küſten gebracht. Alle großen Ströme führen Treibholz aus den Gebirgen und oft Alpenpflanzen aus ihrer Quellen-Heimath in die Ebenen hinab und weiter bis zu ihrer Ausmündung in das Meer. Zwiſchen dem Wurzelwerk dieſer fortgetriebenen Pflanzen, zwiſchen dem Gezweige der fortgeſchwemmten Baumſtämme ſitzen oft zahlreiche Bewohner derſelben, welche an der paſſiven Wanderung Theil nehmen müſſen. Die Baumrinde iſt mit Moos, Flechten und paraſitiſchen Inſekten bedeckt. Andere Inſekten, Spinnen u. dergl., ſelbſt kleine Reptilien und Säugethiere, ſitzen geborgen in dem hohlen Stamme oder halten ſich feſt an den Zweigen. In der Erde, die zwiſchen die Wurzelfaſern eingeklemmt iſt, in dem Staube, welcher in den Rindenſpalten feſtſitzt, befinden ſich zahlloſe Keime von kleineren Thieren und Pflanzen. Landet nun der fortgetriebene Stamm glücklich an einer fremden Küſte oder einer fernen Inſel, ſo können die Gäſte, welche an der unfreiwilligen Reiſe Theil nehmen mußten, ihr Fahrzeug verlaſſen und ſich in dem neuen Vaterlande anſiedeln.

Eine ſeltſame beſondere Form dieſes Waſſertransportes vermitteln die ſchwimmenden Eisberge, die ſich alljährlich von dem ewigen Eiſe der Polarmeere ablöſen. Obwohl jene kalten Zonen im Ganzen ſehr ſpärlich bevölkert ſind, ſo können doch manche von ihren Bewohnern, die ſich zufällig auf einem Eisberge während ſeiner Ablöſung befanden, mit demſelben von den Strömungen fortgeführt und an wärmeren Küſten gelandet werden. So iſt ſchon oft mit abgelöſten Eisblöcken des nördlichen Eismeeres eine ganze kleine Bevölkerung von Thieren und Pflanzen nach den nördlichen Küſten von Europa und Amerika geführt worden. Ja ſogar einzelne Eisfüchſe und Eisbären ſind ſo nach Island und den britiſchen Inſeln gelangt.

Keine geringere Bedeutung als der Waſſertransport, beſitzt für die paſſiven Wanderungen der Lufttransport. Der Staub, der unſere Straßen und Dächer bedeckt, die Erdkruſte, welche auf trockenen Feldern und ausgetrockneten Waſſerbecken ſich findet, die leichte Humusdecke des Waldbodens, kurz die ganze Oberfläche des trockenen Landes enthält Millionen von kleinen Organismen und von Keimen derſelben.

Viele von dieſen kleinen Thieren und Pflanzen können ohne Schaden vollſtändig austrocknen und erwachen wieder zum Leben, ſobald ſie befeuchtet werden. Jeder Windſtoß hebt mit dem Staube unzählige ſolche kleine Lebeweſen in die Höhe und führt ſie oft meilenweit nach anderen Orten hin. Aber auch größere Organismen, und namentlich Keime von ſolchen, können oft weite paſſive Luftreiſen machen. Bei vielen Pflanzen ſind die Samenkörner mit leichten Federkronen verſehen, die wie Fallſchirme wirken und ihr Schweben in der Luft erleichtern, ihr Niederfallen erſchweren. Spinnen machen auf ihrem leichten Fadengeſpinnſte, dem ſogenannten „fliegenden Weiber-Sommer", meilenweite Luftreiſen. Junge Fröſche werden durch Wirbelwinde oft zu Tauſenden in die Luft erhoben und fallen als ſogenannter „Froſchregen" an einem entfernten Orte nieder. Vögel und Inſekten können durch Stürme über den halben Erdkreis weggeführt werden. Sie fallen in den vereinigten Staaten nieder, nachdem ſie ſich in England erhoben hatten. In Kalifornien aufgeflogen; kommen ſie in China erſt wieder zur Ruhe. Mit den Vögeln und Inſekten können aber wieder viele andere Organismen die Reiſe von einem Kontinent zum andern machen. Selbſtverſtändlich wandern mit allen Organismen die auf ihnen wohnenden Paraſiten, deren Zahl Legion iſt: die Flöhe, Läuſe, Milben, Pilze u. ſ. w. In der Erde, die oft zwiſchen den Zehen der Vögel beim Auffliegen hängen bleibt, ſitzen wiederum kleine Thiere und Pflanzen oder Keime von ſolchen. Und ſo kann die freiwillige oder unfreiwillige Wanderung eines einzigen größeren Organismus eine kleine Flora oder Fauna mit vielen verſchiedenen Arten aus einem Welttheil in den andern hinüber führen.

Außer den angegebenen Transportmitteln giebt es nun auch noch viele andere, die die Verbreitung der Thier- und Pflanzen-Arten über weite Strecken der Erdoberfläche, und insbeſondere die allgemeine Verbreitung der ſogenannten kosmopolitiſchen Species erklären. Doch würden wir uns hieraus allein bei weitem nicht alle chorologiſchen Thatſachen erklären können. Wie kommt es z. B., daß viele Süßwaſſerbewohner in zahlreichen, weit von einander getrennten und ganz ge-

ſonderten Flußgebieten oder Seen leben? Wie kommt es, daß viele Gebirgsbewohner, die in der Ebene gar nicht exiſtiren können, auf gänzlich getrennten und weit entfernten Gebirgsketten gefunden werden? Daß jene Süßwaſſerbewohner die zwiſchen ihren Waſſergebieten liegenden Landſtrecken, daß dieſe Gebirgsbewohner die zwiſchen ihren Gebirgsheimathen liegenden Ebenen in irgend einer Weiſe aktiv oder paſſiv durchwandert hätten, iſt ſchwer anzunehmen und in vielen Fällen gar nicht denkbar. Hier kommt uns nun als mächtiger Bundesgenoſſe die Geologie zur Hülfe. Sie löſt uns jene ſchwierigen Räthſel vollſtändig.

Die Entwickelungsgeſchichte der Erde zeigt uns, daß die Vertheilung von Land und Waſſer an ihrer Oberfläche ſich in ewigem und ununterbrochenem Wechſel befindet. Ueberall finden in Folge von geologiſchen Veränderungen des Erdinnern, bald hier bald dort ſtärker vortretend oder nachlaſſend, Hebungen und Senkungen des Bodens ſtatt. Wenn dieſelben auch ſo langſam geſchehen, daß ſie im Laufe des Jahrhunderts die Meeresküſte nur um wenige Zolle, oder ſelbſt nur um ein paar Linien heben oder ſenken, ſo bewirken ſie doch im Laufe langer Zeiträume erſtaunliche Reſultate. Und an langen, an unermeßlich langen Zeiträumen hat es in der Erdgeſchichte niemals gefehlt. Im Laufe der vielen Millionen Jahre, ſeit ſchon organiſches Leben auf der Erde exiſtirt, haben Land und Meer ſich beſtändig um die Herrſchaft geſtritten. Kontinente und Inſeln ſind unter Meer verſunken, und neue ſind aus ſeinem Schooße emporgeſtiegen. Seen und Meere ſind langſam gehoben worden und ausgetrocknet, und neue Waſſerbecken ſind durch Senkung des Bodens entſtanden. Halbinſeln wurden zu Inſeln, indem die ſchmale Landzunge, die ſie mit dem Feſtlande verband, unter Waſſer ſank. Die Inſeln eines Archipelagus wurden zu Spitzen einer zuſammenhängenden Gebirgskette, wenn der ganze Boden ihres Meeres bedeutend gehoben wurde.

So war einſt das Mittelmeer ein Binnenſee, als noch an Stelle der Gibraltarſtraße Afrika durch eine Landenge mit Spanien zuſammenhing. England hat mit dem europäiſchen Feſtlande ſelbſt wäh-

rend der neueren Erdgeſchichte, als ſchon Menſchen exiſtirten, wiederholt zuſammengehangen und iſt wiederholt davon getrennt worden. Ja ſogar Europa und Nordamerika haben unmittelbar in Zuſammenhang geſtanden. Die Südſee bildete einſt einen großen paciſiſchen Kontinent, und die zahlloſen kleinen Inſeln, die heute in derſelben zerſtreut liegen, waren bloß die höchſten Kuppen der Gebirge, die jenen Kontinent bedeckten. Der indiſche Ocean exiſtirte in Form eines Kontinents, der von den Sunda-Inſeln längs des ſüdlichen Aſiens ſich bis zur Oſtküſte von Afrika erſtreckte. Dieſer einſtige große Kontinent, den der Engländer Sclater wegen der für ihn charakteriſtiſchen Halbaffen Lemuria genannt hat, iſt zugleich von großer Bedeutung als die wahrſcheinliche Wiege des Menſchengeſchlechts, das hier ſich vermuthlich zuerſt aus anthropoiden Affen hervorbildete. Ganz beſonders intereſſant iſt aber der wichtige Nachweis, welchen Alfred Wallace[36]) mit Hülfe chorologiſcher Thatſachen geführt hat, daß der heutige malayiſche Archipel eigentlich aus zwei ganz verſchiedenen Abtheilungen beſteht. Die weſtliche Abtheilung, der indo-malayiſche Archipel, umfaßt die großen Inſeln Borneo, Java und Sumatra, und hing früher durch Malakka mit dem aſiatiſchen Feſtlande und wahrſcheinlich auch mit dem eben genannten Lemurien zuſammen. Die öſtliche Abtheilung dagegen, der auſtral-malayiſche Archipel, Celebes, die Molukken, Neuguinea, die Salomons-Inſeln u. ſ. w. umfaſſend, ſtand früherhin mit Auſtralien in unmittelbarem Zuſammenhang. Beide Abtheilungen waren vormals zwei durch eine Meerenge getrennte Kontinente, ſind aber jetzt größtentheils unter den Meeresſpiegel verſunken. Die Lage jener früheren Meerenge, deren Südende zwiſchen Bali und Lombok hindurch geht, hat Wallace bloß auf Grund ſeiner genauen chorologiſchen Beobachtungen in der ſcharfſinnigſten Weiſe feſt zu beſtimmen vermocht.

So haben, ſeitdem tropfbar-flüſſiges Waſſer auf der Erde exiſtirt, die Grenzen von Waſſer und Land ſich in ewigem Wechſel verändert, und man kann behaupten, daß die Umriſſe der Kontinente und Inſeln nicht eine Stunde, ja nicht eine Minute hindurch ſich jemals gleich

geblieben ſind. Denn ewig und ununterbrochen nagt die Brandung an dem Saume der Küſten; und was das Land an dieſen Stellen beſtändig an Ausdehnung verliert, das gewinnt es an anderen Stellen durch Anhäufung von Schlamm, der ſich zu feſtem Geſtein verdichtet und wieder über den Meeresſpiegel als neues Land ſich erhebt. Nichts kann irriger ſein, als die Vorſtellung von einem feſten und unveränderlichen Umriſſe unſerer Kontinente, wie ſie uns in früher Jugend ſchon durch unſeren mangelhaften, der geologiſchen Baſis entbehrenden geographiſchen Unterricht eingeprägt wird.

Nun brauche ich Sie wohl kaum noch darauf aufmerkſam zu machen, wie äußerſt wichtig von jeher dieſe geologiſchen Veränderungen der Erdoberfläche für die Wanderungen der Organismen und in Folge deſſen für ihre Chorologie geweſen ſein müſſen. Wir lernen dadurch begreifen, wie dieſelben oder ganz nahe verwandte Thier- und Pflanzen-Arten auf verſchiedenen Inſeln vorkommen können, obwohl ſie nicht das Waſſer zwiſchen denſelben durchwandern können, und wie andere, das Süßwaſſer bewohnende Arten in verſchiedenen geſchloſſenen Seebecken wohnen können, obgleich ſie nicht das Land zwiſchen denſelben zu überſchreiten vermögen. Jene Inſeln waren früher Bergſpitzen eines zuſammenhängenden Feſtlandes, und dieſe Seen ſtanden einſtmals in unmittelbarem Zuſammenhang. Durch geologiſche Senkung wurden die erſteren, durch Hebung die letzteren getrennt. Wenn wir nun ferner bedenken, wie oft und wie ungleichmäßig an den verſchiedenen Stellen der Erde ſolche wechſelnde Hebungen und Senkungen ſtattfanden und in Folge deſſen die Grenzen der geographiſchen Verbreitungsbezirke der Arten ſich veränderten, wenn wir bedenken, wie außerordentlich mannichfaltig dadurch die aktiven und paſſiven Wanderungen der Organismen beeinflußt werden mußten, ſo lernen wir vollſtändig die bunte Mannichfaltigkeit des Bildes begreifen, welches uns gegenwärtig die Vertheilung der Thier- und Pflanzen-Arten darbietet.

Noch ein anderer wichtiger Faktor iſt aber hier hervorzuheben, der ebenfalls für die volle Erklärung jenes bunten geographiſchen Bil-

des von großer Bedeutung iſt, und manche ſehr dunkle Thatſachen aufhellt, die wir ohne ihn nicht begreifen würden. Das iſt nämlich der allmähliche Klima-Wechſel, welcher während des langen Verlaufs der organiſchen Erdgeſchichte ſtattgefunden hat. Wie wir ſchon im vorhergehenden Vortrage geſehen haben, muß beim Beginne des organiſchen Lebens auf der Erde allgemein eine viel höhere und gleichmäßigere Temperatur geherrſcht haben, als gegenwärtig ſtattfindet. Die Zonen-Unterſchiede, die jetzt ſehr auffallend hervortreten, fehlten damals noch gänzlich. Wahrſcheinlich viele Millionen Jahre hindurch herrſchte auf der ganzen Erde ein Klima, welches dem heißeſten Tropenklima der Jetztzeit nahe ſtand oder daſſelbe noch übertraf. Der höchſte Norden, bis zu welchem der Menſch jetzt vorgedrungen iſt, war damals mit Palmen und anderen Tropengewächſen bedeckt, deren verſteinerte Reſte wir noch jetzt dort finden. Sehr langſam und allmählich nahm ſpäterhin dieſes Klima ab; aber immer noch blieben die Pole ſo warm, daß die ganze Erdoberfläche für Organismen bewohnbar war. Erſt in einer verhältnißmäßig ſehr jungen Periode der Erdgeſchichte, nämlich im Beginn der Tertiärzeit, erfolgte, wie es ſcheint, die erſte wahrnehmbare Abkühlung der Erdrinde von den beiden Polen her, und ſomit die erſte Differenzirung oder Sonderung verſchiedener Temperatur-Gürtel oder klimatiſcher Zonen. Die langſame und allmähliche Abnahme der Temperatur bildete ſich nun innerhalb der Tertiärperiode immer weiter aus, bis zuletzt an beiden Polen der Erde das erſte Eis entſtand.

Wie wichtig dieſer Klima-Wechſel für die geographiſche Verbreitung der Organismen und für die Entſtehung zahlreicher neuer Arten werden mußte, braucht kaum ausgeführt zu werden. Die Thier- und Pflanzen-Arten, die bis zur Tertiärzeit hin überall auf der Erde bis zu den Polen ein angenehmes tropiſches Klima gefunden hatten, waren nunmehr gezwungen, entweder ſich der eindringenden Kälte anzupaſſen oder vor derſelben zu fliehen. Diejenigen Species, welche ſich anpaßten und an die ſinkende Temperatur gewöhnten, wurden durch dieſe Acclimatiſation ſelbſt unter dem Einfluſſe der natürlichen

Züchtung in neue Arten umgewandelt. Die anderen Arten, welche vor der Kälte flohen, mußten auswandern und in niederen Breiten ein milderes Klima ſuchen. Dadurch mußten die bisherigen Verbreitungs-Bezirke der Arten gewaltig verändert werden.

Nun blieb aber in dem letzten großen Abſchnitte der Erdgeſchichte, in der auf die Tertiärzeit folgenden Quartär-Periode (oder in der Diluvial-Zeit) die Wärme-Abnahme der Erde von den Polen her keineswegs ſtehen. Vielmehr ſank die Temperatur nun tiefer und tiefer, ja ſelbſt weit unter den heutigen Grad herab. Das nördliche und mittlere Aſien, Europa und Nord-Amerika bedeckte ſich vom Nordpol her in großer Ausdehnung mit einer zuſammenhängenden Eisdecke, welche in unſerem Erdtheile bis gegen die Alpen gereicht zu haben ſcheint. In ähnlicher Weiſe drang auch vom Südpol her die Kälte vor, und überzog einen großen, jetzt eisfreien Theil der ſüdlichen Halbkugel mit einer ſtarren Eisdecke. So blieb zwiſchen dieſen gewaltigen lebentödtenden Eiskontinenten nur noch ein ſchmaler Gürtel übrig, auf welchen das Leben der organiſchen Welt ſich zurückziehen konnte. Dieſe Periode, während welcher der Menſch oder wenigſtens der Affenmenſch bereits exiſtirte, und welche den erſten Hauptabſchnitt der ſogenannten Diluvialzeit bildet, iſt jetzt allgemein unter dem Namen der Eiszeit oder Glacialperiode bekannt und berühmt.

Der erſte Naturforſcher, der den Gedanken der Eiszeit klar erfaßte und mit Hülfe der ſogenannten Wanderblöcke oder erratiſchen Steinblöcke, ſowie der „Gletſcher-Schliffe" die große Ausdehnung der früheren Vergletſcherung von Mittel-Europa nachwies, war der geiſtvolle Karl Schimper. Von ihm angeregt, und durch die ſelbſtſtändigen Unterſuchungen des ausgezeichneten Geologen Charpentier bedeutend gefördert, unternahm es ſpäter der Schweizer Naturforſcher Louis Agaſſiz, die Theorie von der Eiszeit weiter auszuführen. In England machte ſich beſonders der Geologe Forbes um ſie verdient, und verwerthete ſie auch bereits für die Theorie von den Wanderungen und der dadurch bedingten geographiſchen Verbreitung der Arten. Agaſſiz hingegen ſchadete ſpäterhin der Theorie durch einſei-

tige Uebertreibung, indem er, der Kataſtrophen-Theorie Cuvier's zu Liebe, durch die plötzlich hereinbrechende Kälte der Eiszeit und die damit verbundene „Revolution" den gänzlichen Untergang der damals lebenden Schöpfung erklären wollte.

Auf die Eiszeit ſelbſt und die ſcharfſinnigen Unterſuchungen über ihre Grenzen näher einzugehen, habe ich hier keine Veranlaſſung, und kann um ſo mehr darauf verzichten, als die ganze neuere geologiſche Literatur davon voll iſt. Sie finden eine ausführliche Erörterung derſelben vorzüglich in den Werken von Cotta[31]), Lyell[30]), Vogt[27]), Zittel[32]) u. ſ. w. Für uns iſt hier nur das hohe Gewicht von Bedeutung, welches ſie für die Erklärung der ſchwierigſten chorologiſchen Probleme beſitzt, und welches von Darwin ſehr richtig erkannt wurde.

Es kann nämlich keinem Zweifel unterliegen, daß dieſe Vergletſcherung der heutzutage gemäßigten Zonen einen außerordentlich bedeutenden Einfluß auf die geographiſche und topographiſche Vertheilung der Organismen ausüben und dieſelbe gänzlich umgeſtalten mußte. Während die Kälte langſam von den Polen her gegen den Aequator vorrückte und Land und Meer mit einer zuſammenhängenden Eisdecke überzog, mußte ſie natürlich die ganze lebende Organismen-Welt vor ſich her treiben. Thiere und Pflanzen mußten auswandern, wenn ſie nicht erfrieren wollten. Da nun aber zu jener Zeit vermuthlich die gemäßigte und die Tropenzone bereits nicht weniger dicht als gegenwärtig mit Pflanzen und Thieren bevölkert geweſen ſein wird, ſo muß ſich zwiſchen dieſen und den von den Polen her kommenden Eindringlingen ein furchtbarer Kampf um's Daſein erhoben haben. In dieſem Kampfe, der jedenfalls viele Jahrtauſende dauerte, werden viele Arten zu Grunde gegangen, viele Arten abgeändert und zu neuen Species umgebildet worden ſein. Die bisherigen Verbreitungsbezirke der Arten aber mußten völlig verändert werden. Und dieſer Kampf muß auch dann noch fortgedauert haben, ja er muß von Neuem entbrannt, und in neuen Formen weiter geführt worden ſein, als die Eiszeit ihren Höhenpunkt erreicht und überſchritten hatte, und als nunmehr in der poſtglacialen Periode die Tempe-

ratur wieder zunahm und die Organismen nach den Polen hin zurückzuwandern begannen.

Jedenfalls iſt dieſer gewaltige Klimawechſel, mag man ſonſt demſelben eine größere oder eine geringere Bedeutung zuſchreiben, eines derjenigen Ereigniſſe in der Erdgeſchichte, die am bedeutendſten auf die Vertheilung der organiſchen Formen eingewirkt haben. Namentlich wird aber ein ſehr wichtiges und ſchwieriges chorologiſches Verhältniß dadurch in der einfachſten Weiſe erklärt: das iſt die ſpecifiſche Uebereinſtimmung vieler unſerer Alpenbewohner mit vielen Bewohnern der Polarländer. Es giebt eine große Anzahl von ausgezeichneten Thier- und Pflanzen-Formen, die dieſen beiden, weit getrennten Erdgegenden gemeinſam ſind und nirgends in dem weiten, ebenen Zwiſchenraume zwiſchen beiden gefunden werden. Eine Wanderung derſelben von den Polarländern nach den Alpenhöhen oder umgekehrt wäre unter den gegenwärtigen klimatiſchen Verhältniſſen undenkbar oder doch höchſtens nur in wenigen ſeltenen Fällen anzunehmen. Eine ſolche Wanderung konnte aber ſtattfinden, ja ſie mußte ſtattfinden während des allmählichen Eintrittes und Rückzuges der Eiszeit. Da die Vergletſcherung von Nord-Europa bis gegen unſere Alpenkette vordrang, ſo werden die davor zurückweichenden Polarbewohner, Gentianen und Saxifragen, Eisfüchſe und Schneehaſen, damals unſer deutſches Vaterland und überhaupt Mitteleuropa bevölkert haben. Als nun die Temperatur wieder zunahm, zog ſich nur ein Theil dieſer arktiſchen Bevölkerung mit dem zurückweichenden Eiſe in die Polarzone wieder zurück. Ein anderer Theil derſelben ſtieg ſtatt deſſen an den Bergen der Alpenkette in die Höhe und fand hier das ihm zuſagende kalte Klima. So erklärt ſich ganz einfach jenes Problem.

Wir haben die Lehre von den Wanderungen der Organismen oder die Migrationstheorie bisher vorzüglich inſofern verfolgt, als ſie uns die Ausſtrahlung jeder Thier- und Pflanzenart von einer einzigen Urheimath, von einem „Schöpfungsmittelpunkte“ aus erklärt, und ihre Ausbreitung über einen größeren oder geringeren Theil der Erdoberfläche erläutert. Nun ſind aber die Wanderungen der Thiere

und Pflanzen für die Entwickelungstheorie auch noch außerdem deshalb von großer Bedeutung, weil wir darin ein ſehr wichtiges Hülfsmittel für die Entſtehung neuer Arten erblicken müſſen. Wenn Thiere und Pflanzen auswandern, ſo treffen ſie, ebenſo wie auswandernde Menſchen, in der neuen Heimath Verhältniſſe an, die mehr oder weniger von den gewohnten, Generationen hindurch ererbten, Exiſtenzbedingungen verſchieden ſind. Dieſen neuen, ungewohnten Lebensbedingungen müſſen ſich die Auswanderer entweder fügen und anpaſſen, oder ſie gehen zu Grunde. Durch die Anpaſſung ſelbſt wird aber ihr eigenthümlicher, ſpecifiſcher Charakter verändert, um ſo mehr, je größer der Unterſchied zwiſchen der neuen und der alten Heimath iſt. Das neue Klima, die neue Nahrung, vor Allem aber die neue Nachbarſchaft der Thiere und Pflanzen wirkt auf den ererbten Charakter der eingewanderten Species umbildend ein, und wenn dieſelbe nicht zäh genug iſt, dieſen Einflüſſen zu widerſtehen, ſo muß früher oder ſpäter eine neue Art daraus hervorgehen. In den meiſten Fällen wird dieſe Umformung der eingewanderten Species unter dem Einfluſſe des veränderten Kampfes um's Daſein ſo raſch vor ſich gehen, daß ſchon nach wenigen Generationen eine neue Art daraus entſtanden iſt.

Von beſonderer Bedeutung iſt in dieſer Beziehung die Wanderung für alle Organismen mit getrennten Geſchlechtern. Denn bei dieſen wird die Entſtehung neuer Arten durch natürliche Züchtung immer dadurch erſchwert oder verzögert, daß ſich die variirenden Abkömmlinge gelegentlich wieder mit der unveränderten Stammform geſchlechtlich vermiſchen, und ſo durch Kreuzung in die urſprüngliche Form zurückſchlagen. Wenn dagegen ſolche Abarten ausgewandert ſind, wenn ſie durch weite Entfernungen oder durch Schranken der Wanderung, durch Meere, Gebirge u. ſ. w. von der alten Heimath getrennt ſind, ſo iſt die Gefahr einer Vermiſchung mit der Stammform aufgehoben, und die Iſolirung der ausgewanderten Form, die durch Anpaſſung in eine neue Art übergeht, verhindert ihre Kreuzung und dadurch ihren Rückſchlag in die Stammform.

Diese Bedeutung der Wanderung für die Isolirung der neu entstehenden Arten und die Verhütung baldiger Rückkehr in die Stammformen ist vorzüglich von dem geistreichen Reisenden Moritz Wagner in München hervorgehoben worden. In einem besonderen Schriftchen über „Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen“ [40]) führt Wagner aus seiner eigenen reichen Erfahrung eine große Anzahl von treffenden Beispielen an, welche die von Darwin im elften und zwölften Kapitel seines Buches gegebene Migrationstheorie bestätigen, und welche ganz besonders den Nutzen der völligen Isolirung der ausgewanderten Organismen für die Entstehung neuer Species erörtern. Wagner faßt die einfachen Ursachen, „welche die Form räumlich abgegrenzt und in ihrer typischen Verschiedenheit begründet haben“ in folgenden drei Sätzen zusammen: „1. Je größer die Summe der Veränderungen in den bisherigen Lebensbedingungen ist, welche emigrirende Individuen bei Einwanderung in einem neuen Gebiete finden, desto intensiver muß die jedem Organismus inne wohnende Variabilität sich äußern. 2. Je weniger diese gesteigerte individuelle Veränderlichkeit der Organismen im ruhigen Fortbildungsprozeß durch die Vermischung zahlreicher nachrückender Einwanderer der gleichen Art gestört wird, desto häufiger wird der Natur durch Summirung und Vererbung der neuen Merkmale die Bildung einer neuen Varietät (Abart oder Rasse), d. i. einer beginnenden Art, gelingen. 3. Je vortheilhafter für die Abart die in den einzelnen Organen erlittenen Veränderungen sind, je besser letztere den umgebenden Verhältnissen sich anpassen, und je länger die ungestörte Züchtung einer beginnenden Varietät von Kolonisten in einem neuen Territorium ohne Mischung mit nachrückenden Einwanderern derselben Art fortdauert, desto häufiger wird aus der Abart eine neue Art entstehen.“

Diesen drei Sätzen von Moritz Wagner kann Jeder beistimmen. Für vollkommen irrig müssen wir dagegen seine Vorstellung halten, daß die Wanderung und die darauf folgende Isolirung der ausgewanderten Individuen eine nothwendige Bedingung für die

Entstehung neuer Arten sei. Wagner sagt: „Ohne eine lange Zeit dauernde Trennung der Kolonisten von ihren früheren Artgenossen kann die Bildung einer neuen Rasse nicht gelingen, kann die Zuchtwahl überhaupt nicht stattfinden. Unbeschränkte Kreuzung, ungehinderte geschlechtliche Vermischung aller Individuen einer Species wird stets Gleichförmigkeit erzeugen und Varietäten, deren Merkmale nicht durch eine Reihe von Generationen fixirt worden sind, wieder in den Urschlag zurückstoßen."

Diesen Satz, in welchem Wagner selbst das Hauptresultat seiner Arbeit zusammenfaßt, würde er nur in dem Falle überhaupt vertheidigen können, wenn alle Organismen getrennten Geschlechts wären, wenn jede Entstehung neuer Individuen nur durch Vermischung männlicher und weiblicher Individuen möglich wäre. Das ist nun aber durchaus nicht der Fall. Merkwürdiger Weise sagt Wagner gar Nichts von den zahlreichen Zwittern, die, im Besitz von beiderlei Geschlechtsorganen, der Selbstbefruchtung fähig sind, und ebenso Nichts von den zahllosen Organismen, die überhaupt noch nicht geschlechtlich differenzirt sind.

Nun hat es aber seit frühester Zeit der organischen Erdgeschichte tausende von Organismenarten gegeben, und giebt deren tausende noch heute, bei denen noch gar kein Geschlechtsunterschied, überhaupt noch gar keine geschlechtliche Fortpflanzung vorkömmt, und die sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospung, Sporenbildung u. s. w. fortpflanzen. Die ganze große Masse der Protisten, die Moneren, Amoeboiden, Myxomyceten, Rhizopoden u. s. w., kurz alle die niederen Organismen, die wir in dem zwischen Thier- und Pflanzenreich stehenden Protistenreich aufführen werden, pflanzen sich ausschießlich auf ungeschlechtlichem Wege fort! Und zu diesen gehört eine der formenreichsten Organismenklassen, ja sogar in gewisser Beziehung die formenreichste von allen, indem alle möglichen geometrischen Grundformen in ihr verkörpert sind. Das ist die wunderbare Klasse der Rhizopoden oder Wurzel-

füßer, zu welcher die kalkſchaligen Acyttarien und die kieſelſchaligen Radiolarien gehören. (Vergl. den XVI. Vortrag).

Auf alle dieſe ungeſchlechtlichen Organismen würde alſo ſelbſtverſtändlich die Wagner'ſche Theorie gar nicht anwendbar ſein. Daſſelbe würde aber ferner auch von allen jenen Zwittern oder Hermaphroditen gelten, bei denen jedes Individuum, im Beſitze von männlichen und weiblichen Organen, der Selbſtbefruchtung fähig iſt. Das iſt z. B. bei den Strudelwürmern, Saugwürmern und Bandwürmern, wie überhaupt bei ſehr vielen Würmern der Fall, ferner bei den wichtigen Mantelthieren, den wirbelloſen Verwandten der Wirbelthiere, und bei ſehr vielen anderen Organismen aus verſchiedenen Gruppen. Viele von dieſen Arten ſind durch natürliche Züchtung entſtanden, ohne daß eine „Kreuzung" der entſtehenden Species mit ihrer Stammform überhaupt möglich war.

Wie ich ſchon im achten Vortrage Ihnen zeigte, iſt die Entſtehung der beiden Geſchlechter und ſomit die ganze geſchlechtliche Fortpflanzung überhaupt als ein Vorgang aufzufaſſen, der erſt in ſpäterer Zeit der organiſchen Erdgeſchichte in Folge von Differenzirung oder *Arbeitstheilung* eingetreten iſt. Die älteſten Organismen der Erde können ſich jedenfalls nur auf dem einfachſten ungeſchlechtlichen Wege fortgepflanzt haben. Selbſt jetzt noch vermehren ſich alle Protiſten, ebenſo wie alle die zahlloſen Zellenformen, welche den Körper der höheren Organismen zuſammenſetzen, nur durch ungeſchlechtliche Zeugung. Und doch entſtehen hier überall durch Differenzirung in Folge von natürlicher Züchtung „neue Arten".

Aber ſelbſt wenn wir bloß die Thier- und Pflanzenarten mit getrennten Geſchlechtern hier in Betracht ziehen wollten, ſo würden wir doch auch für dieſe *Wagner's* Hauptſatz, daß „*die Migration* der Organismen und deren Koloniebildung *die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl ſeien*", beſtreiten müſſen. Schon *Auguſt Weismann* hat in ſeiner Schrift „Ueber den Einfluß der Iſolirung auf die Artbildung"[24]) jenen Satz hinreichend widerlegt und gezeigt, daß auch in einem und

demselben Wohnbezirke eine Species sich in mehrere Arten durch natürliche Züchtung spalten kann. Indem ich mich diesen Bemerkungen anschließe, möchte ich aber noch besonders den hohen Werth nochmals hervorheben, den die Arbeitstheilung oder Differenzirung als die nothwendige Folge der natürlichen Züchtung besitzt. Alle die verschiedenen Zellenarten, die den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, die Nervenzellen, Muskelzellen, Drüsenzellen u. s. w., alle diese „guten Arten", diese „bonae species" von Elementarorganismen, sind bloß durch Arbeitstheilung in Folge von natürlicher Züchtung entstanden, trotzdem sie nicht nur niemals räumlich isolirt, sondern sogar seit ihrer Entstehung immer im engsten räumlichen Verbande neben einander existirt haben. Dasselbe aber, was von diesen Elementarorganismen oder „Individuen erster Ordnung" gilt, das gilt auch von den vielzelligen Organismen höherer Ordnung, die als „gute Arten" erst später aus ihrer Zusammensetzung entstanden sind[37]).

Wir sind demnach zwar mit Darwin und Wallace der Ansicht, daß die Wanderung der Organismen und ihre Isolirung in der neuen Heimath eine sehr günstige und vortheilhafte Bedingung für die Entstehung neuer Arten ist. Daß sie aber dafür eine nothwendige Bedingung sei, und daß ohne dieselbe keine neuen Arten entstehen können, wie Wagner behauptet, können wir nicht zugeben. Wenn Wagner diese Ansicht, „daß die Migration die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl sei", als ein besonderes „Migrationsgesetz" aufstellt, so halten wir dasselbe durch die angeführten Thatsachen für widerlegt. Wir haben überdies schon früher gezeigt, daß eigentlich die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung eine mathematische und logische Nothwendigkeit ist, welche ohne Weiteres aus der einfachen Verbindung von drei großen Thatsachen folgt. Diese drei fundamentalen Thatsachen sind: der Kampf um's Dasein, die Anpassungsfähigkeit und die Vererbungsfähigkeit der Organismen (vergl. S. 151).

Auf die zahlreichen interessanten Erscheinungen, welche die geo-

graphiſche und topographiſche Verbreitung der Organismenarten im Einzelnen darbietet, und welche ſich alle wunderſchön aus der Theorie der Selection und Migration erklären, können wir hier nicht eingehen. Ich verweiſe Sie in dieſer Beziehung auf die angeführten Schriften von Darwin[1]), Wallace[36]) und Moritz Wagner[40]), in denen die wichtige Lehre von den Verbreitungsſchranken, den Flüſſen, Meeren und Gebirgen, vortrefflich erörtert und durch zahlreiche Beiſpiele erläutert iſt. Nur drei Erſcheinungen mögen noch wegen ihrer beſonderen Bedeutung hier namentlich hervorgehoben werden. Das iſt erſtens die nahe Formverwandtſchaft, die auffallende „Familienähnlichkeit", welche zwiſchen den charakteriſtiſchen Lokalformen jedes Erdtheils und ihren ausgeſtorbenen, foſſilen Vorfahren in demſelben Erdtheil exiſtirt; — zweitens die nicht minder auffallende „Familienähnlichkeit" zwiſchen den Bewohnern von Inſelgruppen und denjenigen des nächſt angrenzenden Feſtlandes, von welchem aus die Inſeln bevölkert wurden; — und endlich drittens der ganz eigenthümliche Charakter, welchen die Flora und Fauna der Inſeln überhaupt in ihrer Zuſammenſetzung zeigt.

Alle dieſe von Darwin, Wallace und Wagner angeführten chorologiſchen Thatſachen, namentlich die merkwürdigen Erſcheinungen der beſchränkten Lokal-Faunen und Floren, die Verhältniſſe der Inſelbewohner zu den Feſtlandbevölkerungen, die weite Verbreitung der ſogenannten „kosmopolitiſchen Species", die nahe Verwandtſchaft lokaler Species der Gegenwart mit den ausgeſtorbenen Arten deſſelben beſchränkten Gebietes, die nachweisliche Ausſtrahlung jeder Art von einem einzigen Schöpfungsmittelpunkte — alle dieſe und alle übrigen Erſcheinungen, welche uns die geographiſche und topographiſche Verbreitung der Organismen darbietet, erklären ſich einfach und vollſtändig aus der Selections- und Migrationstheorie, während ſie ohne dieſelbe überhaupt nicht zu begreifen ſind. Wir erblicken daher in allen dieſen Erſcheinungsreihen einen neuen gewichtigen Beweis für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

Fünfzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden.

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die Versteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einschluß der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erdgeschichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tangwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Kulturwälder. System der neptunischen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verflossenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphischer Zustand der ältesten neptunischen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologischen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der versteinerungsfähigen Organismen und organischen Körpertheile. Seltenheit vieler versteinerten Arten. Mangel fossiler Zwischenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Meine Herren! Von dem umgestaltenden Einfluß, welchen die Abstammungslehre auf alle Wissenschaften ausüben muß, wird wahrscheinlich nächst der Anthropologie kein anderer Wissenschaftszweig so sehr betroffen werden, als der beschreibende Theil der Naturgeschichte, die systematische Zoologie und Botanik. Die meisten Naturforscher, die sich bisher mit der Systematik der Thiere und Pflanzen beschäftigten, sammelten, benannten und ordneten die verschiedenen Arten dieser Naturkörper mit einem ähnlichen Interesse, wie die Alterthumsforscher und Ethnographen die Waffen und Geräthschaften der verschiedenen

Völker sammeln. Viele erhoben sich selbst nicht über denjenigen Grad der Wißbegierde, mit dem man Wappen, Briefmarken und ähnliche Kuriositäten zu sammeln, zu etikettiren und zu ordnen pflegt. In ähnlicher Weise wie diese Sammler an der Formenmannichfaltigkeit, Schönheit oder Seltsamkeit der Wappen, Briefmarken u. s. w. ihre Freude finden, und dabei die erfinderische Bildungskunst der Menschen bewundern, in ähnlicher Weise ergötzen sich die meisten Naturforscher an den mannichfaltigen Formen der Thiere und Pflanzen, und erstaunen über die reiche Phantasie des Schöpfers, über seine unermüdliche Schöpfungsthätigkeit und über die seltsame Laune, in welcher er neben so vielen schönen und nützlichen Organismen auch eine Anzahl häßlicher und unnützer Formen gebildet habe.

Diese kindliche Behandlung der systematischen Zoologie und Botanik wird durch die Abstammungslehre gründlich vernichtet. An die Stelle des oberflächlichen und spielenden Interesses, mit welchem die Meisten bisher die organischen Gestalten betrachteten, tritt das weit höhere Interesse des erkennenden Verstandes, welcher in der Formverwandtschaft der Organismen ihre wahre Blutsverwandtschaft erblickt. Das natürliche System der Thiere und Pflanzen, welches man früher entweder nur als Namenregister zur übersichtlichen Ordnung der verschiedenen Formen oder als Sachregister zum kurzen Ausdruck ihres Aehnlichkeitsgrades schätzte, erhält durch die Abstammungslehre den ungleich höheren Werth eines wahren Stammbaumes der Organismen. Diese Stammtafel soll uns den genealogischen Zusammenhang der kleineren und größeren Gruppen enthüllen. Sie soll zu zeigen versuchen, in welcher Weise die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten des Thier- und Pflanzenreichs den verschiedenen Zweigen, Aesten und Astgruppen ihres Stammbaums entsprechen. Jede weitere und höher stehende Kategorie oder Gruppenstufe des Systems (z. B. Klasse, Ordnung) umfaßt eine Anzahl von größeren und stärkeren Zweigen des Stammbaums, jede engere und tiefer stehende Kategorie (z. B. Gattung, Art) nur eine kleinere und schwächere

Gruppe von Aeſtchen. Nur wenn wir in dieſer Weiſe das natürliche Syſtem als Stammbaum betrachten, können wir den wahren Werth deſſelben erkennen. (Gen. Morph. II, S. XVII, 397).

Indem wir an dieſer genealogiſchen Auffaſſung des organiſchen Syſtems, welcher ohne Zweifel allein die Zukunft gehört, feſthalten, können wir uns jetzt zu einer der weſentlichſten, aber auch ſchwierigſten Aufgaben der „natürlichen Schöpfungsgeſchichte" wenden, nämlich zur wirklichen Konſtruktion der organiſchen Stammbäume. Laſſen Sie uns ſehen, wie weit wir vielleicht ſchon jetzt im Stande ſind, alle verſchiedenen organiſchen Formen als die divergenten Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen gemeinſchaftlichen Stammformen nachzuweiſen. Wie können wir uns aber den wirklichen Stammbaum der thieriſchen und pflanzlichen Formengruppen aus den dürftigen und fragmentariſchen, bis jetzt darüber gewonnenen Erfahrungen konſtruiren? Die Antwort hierauf liegt ſchon zum Theil in demjenigen, was wir früher über den Parallelismus der drei Entwickelungsreihen bemerkt haben, über den wichtigen urſächlichen Zuſammenhang, welcher die paläontologiſche Entwickelung der ganzen organiſchen Stämme mit der embryologiſchen Entwickelung der Individuen und mit der ſyſtematiſchen Entwickelung der Gruppenſtufen verbindet.

Zunächſt werden wir uns zur Löſung dieſer ſchwierigen Aufgabe an die Paläontologie oder Verſteinerungskunde zu wenden haben. Denn wenn wirklich die Deſcendenztheorie wahr iſt, wenn wirklich die verſteinerten Reſte der vormals lebenden Thiere und Pflanzen von den ausgeſtorbenen Urahnen und Vorfahren der jetzigen Organismen herrühren, ſo müßte uns eigentlich ohne Weiteres die Kenntniß und Vergleichung der Verſteinerungen den Stammbaum der Organismen aufdecken. So einfach und einleuchtend nach dem theoretiſch entwickelten Prinzip Ihnen dies erſcheinen wird, ſo außerordentlich ſchwierig und verwickelt geſtaltet ſich die Aufgabe, wenn man ſie wirklich in Angriff nimmt. Ihre praktiſche Löſung würde ſchon ſehr ſchwierig ſein, wenn die Verſteinerungen einiger-

maßen vollſtändig erhalten wären. Das iſt aber keineswegs der Fall. Vielmehr iſt die handgreifliche Schöpfungsurkunde, welche in den Verſteinerungen begraben liegt, über alle Maaßen unvollſtändig. Daher erſcheint es jetzt vor Allem nothwendig, dieſe Urkunde kritiſch zu prüfen, und den Werth, welchen die Verſteinerungen für die Entwickelungsgeſchichte der organiſchen Stämme beſitzen, zu beſtimmen. Da ich Ihnen die allgemeine Bedeutung der Verſteinerungen als „Denkmünzen der Schöpfung" bereits früher erörtert habe, als wir Cuvier's Verdienſte um die Petrefaktenkunde betrachteten, ſo können wir jetzt ſogleich zur Unterſuchung der Bedingungen und Verhältniſſe übergehen, unter denen die organiſchen Körperreſte verſteinert und in mehr oder weniger kenntlicher Form erhalten wurden.

In der Regel finden wir Verſteinerungen oder Petrefakten nur in denjenigen Geſteinen eingeſchloſſen, welche ſchichtenweiſe als Schlamm im Waſſer abgelagert wurden, und welche man deshalb neptuniſche, geſchichtete oder ſedimentäre Geſteine nennt. Die Ablagerung ſolcher Schichten konnte natürlich erſt beginnen, nachdem im Verlaufe der Erdgeſchichte die Verdichtung des Waſſerdampfes zu tropfbar-flüſſigem Waſſer erfolgt war. Seit dieſem Zeitpunkt, welchen wir im letzten Vortrage bereits betrachtet hatten, begann nicht allein das Leben auf der Erde, ſondern auch eine ununterbrochene und höchſt wichtige Umgeſtaltung der erſtarrten anorganiſchen Erdrinde. Das Waſſer begann ſeitdem jene außerordentlich wichtige mechaniſche Wirkſamkeit, durch welche die Erdoberfläche fortwährend, wenn auch langſam, umgeſtaltet wird. Ich darf wohl als bekannt vorausſetzen, welchen außerordentlich bedeutenden Einfluß in dieſer Beziehung noch jetzt das Waſſer in jedem Augenblick ausübt. Indem es als Regen niederfällt, die oberſten Schichten der Erdrinde durchſickert und von den Erhöhungen in die Vertiefungen herabfließt, löſt es verſchiedene mineraliſche Beſtandtheile des Bodens chemiſch auf und ſpült mechaniſch die locker zuſammenhängenden Theilchen ab. An den Bergen herabfließend führt das Waſſer den Schutt derſelben in die Ebene oder lagert ihn als Schlamm im ſtehenden

Waſſer ab. So arbeitet es beſtändig an einer Erniedrigung der Berge und Ausfüllung der Thäler. Ebenſo arbeitet die Brandung des Meeres ununterbrochen an der Zerſtörung der Küſten und an der Auffüllung des Meerbodens durch die herabgeſchlämmten Trümmer. So würde ſchon die Thätigkeit des Waſſers allein, wenn ſie nicht durch andere Umſtände wieder aufgewogen würde, mit der Zeit die ganze Erde nivelliren. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gebirgsmaſſen, welche alljährlich als Schlamm dem Meere zugeführt werden und ſich auf deſſen Boden abſetzen, ſo bedeutend ſind, daß im Verlauf einer längeren oder kürzeren Periode, vielleicht von wenigen Millionen Jahren, die Erdoberfläche vollkommen geebnet und von einer zuſammenhängenden Waſſerſchale umſchloſſen werden würde. Daß dies nicht geſchieht, verdanken wir der fortdauernden vulkaniſchen Gegenwirkung des feurig-flüſſigen Erdinneren. Dieſe Reaktion des geſchmolzenen Kerns gegen die feſte Rinde bedingt ununterbrochen wechſelnde Hebungen und Senkungen an den verſchiedenſten Stellen der Erdoberfläche. Meiſtens geſchehen dieſe Hebungen und Senkungen ſehr langſam; allein indem ſie Jahrtauſende hindurch fortdauern, bringen ſie durch Summirung der kleinen Einzelwirkungen nicht minder großartige Reſultate hervor, wie die entgegenwirkende und nivellirende Thätigkeit des Waſſers.

Indem die Hebungen und Senkungen der verſchiedenen Erdtheile im Laufe von Jahrmillionen vielfach mit einander wechſeln, kömmt bald dieſer bald jener Theil der Erdoberfläche über oder unter den Spiegel des Meeres. Beiſpiele dafür habe ich ſchon in dem vorhergehenden Vortrage angeführt (S. 321.) Es giebt wahrſcheinlich keinen Oberflächentheil der Erdrinde, der nicht in Folge deſſen ſchon wiederholt über oder unter dem Meeresſpiegel geweſen wäre. Durch dieſen vielfachen Wechſel erklärt ſich die Mannichfaltigkeit und die verſchiedenartige Zuſammenſetzung der zahlreichen neptuniſchen Geſteinſchichten, welche ſich an den meiſten Stellen in beträchtlicher Dicke über einander abgelagert haben. In den verſchiedenen Geſchichtsperioden, während deren die Ablagerung ſtatt fand, lebte eine mannichfach verſchiedene

Bevölkerung von Thieren und Pflanzen. Wenn die Leichen derſelben auf den Boden der Gewäſſer herabſanken, drückten ſie ihre Körperform in dem weichen Schlamme ab, und unverwesliche Theile, harte Knochen, Zähne, Schalen u. ſ. w. wurden unzerſtört in demſelben eingeſchloſſen. Sie blieben in dem Schlamm, der ſich zu neptuniſchen Geſtein verdichtete, erhalten, und dienten nun als Verſteinerungen zur Charakteriſtik der betreffenden Schichten. Durch ſorgfältige Vergleichung der verſchiedenen über einander gelagerten Schichten und der in ihnen enthaltenen Verſteinerungen iſt es ſo möglich geworden, ſowohl das relative Alter der Schichten und Schichtengruppen zu beſtimmen, als auch die Hauptmomente der Phylogenie oder der Entwickelungsgeſchichte der Thier- und Pflanzenſtämme empiriſch feſtzuſtellen.

Die verſchiedenen über einander abgelagerten Schichten der neptuniſchen Geſteine, welche in ſehr mannichfaltiger Weiſe aus Kalk, Thon und Sand zuſammengeſetzt ſind, haben die Geologen gruppenweiſe in ein ideales Syſtem zuſammengeſtellt, welches dem ganzen Zuſammenhange der organiſchen Erdgeſchichte entſpricht, d. h. desjenigen Theiles der Erdgeſchichte, während deſſen organiſches Leben exiſtirte. Wie die ſogenannte „Weltgeſchichte“ in größere oder kleinere Perioden zerfällt, welche durch den zeitweiligen Entwickelungszuſtand der bedeutendſten Völker charakteriſirt und durch hervorragende Ereigniſſe von einander abgegrenzt werden, ſo theilen wir auch die unendlich längere organiſche Erdgeſchichte in eine Reihe von größeren oder kleineren Perioden ein. Jede dieſer Perioden iſt durch eine charakteriſtiſche Flora und Fauna, durch die beſonders ſtarke Entwickelung einer beſtimmten Pflanzen- oder Thiergruppe ausgezeichnet, und jede iſt von der vorhergehenden und folgenden Periode durch einen auffallenden theilweiſen Wechſel in der Zuſammenſetzung der Thier- und Pflanzenbevölkerung getrennt.

Für die nachfolgende Ueberſicht des hiſtoriſchen Entwickelungsganges, den die großen Thier- und Pflanzenſtämme genommen haben, iſt es nothwendig, zunächſt hier die ſyſtematiſche Klaſſifikation der neptuniſchen Schichtengruppen und der denſelben entſprechenden

größeren und kleineren Geſchichtsperioden anzugeben. Wie Sie ſogleich ſehen werden, ſind wir im Stande, die ganze Maſſe der übereinanderliegenden Sedimentgeſteine in fünf oberſte Hauptgruppen oder Terrains, jedes Terrain in mehrere untergeordnete Schichtengruppen oder Syſteme und jedes Syſtem von Schichten wiederum in noch kleinere Gruppen oder Formationen einzutheilen; endlich kann auch jede Formation wieder in Etagen oder Unterformationen, und jede von dieſen wiederum in noch kleinere Lagen, Bänke u. ſ. w. eingetheilt werden. Jedes der fünf großen Terrains wurde während eines großen Hauptabſchnittes der Erdgeſchichte, während eines Zeitalters, abgelagert; jedes Syſtem während einer kürzeren Periode, jede Formation während einer noch kürzeren Epoche u. ſ. w. Indem wir ſo die Zeiträume der organiſchen Erdgeſchichte und die während derſelben abgelagerten neptuniſchen und verſteinerungsführenden Erdſchichten in ein gegliedertes Syſtem bringen, verfahren wir genau wie die Hiſtoriker, welche die Völkergeſchichte in die drei Hauptabſchnitte des Alterthums, des Mittelalters und der Neuzeit, und jeden dieſer Abſchnitte wieder in untergeordnete Perioden und Epochen eintheilen. Wie aber der Hiſtoriker durch dieſe ſcharfe ſyſtematiſche Eintheilung und durch die beſtimmte Abgrenzung der Perioden durch einzelne Jahreszahlen nur die Ueberſicht erleichtern und keineswegs den ununterbrochenen Zuſammenhang der Ereigniſſe und der Völkerentwickelung leugnen will, ſo gilt ganz daſſelbe auch von unſerer ſyſtematiſchen Eintheilung, Specifikation oder Klaſſifikation der organiſchen Erdgeſchichte. Auch hier geht der rothe Faden der zuſammenhängenden Entwickelung überall ununterbrochen hindurch. Wir verwahren uns alſo ausdrücklich gegen die Anſchauung, als wollten wir durch unſere ſcharfe Abgrenzung der größeren und kleineren Schichtengruppen und der ihnen entſprechenden Zeiträume irgendwie an Cuvier's Lehre von den Erdrevolutionen und von den wiederholten Neuſchöpfungen der organiſchen Bevölkerung anknüpfen. Daß dieſe irrige Lehre durch Lyell längſt gründlich widerlegt iſt, habe ich Ihnen bereits früher gezeigt. (Vergl. S. 113.)

Die fünf großen Hauptabſchnitte der organiſchen Erdgeſchichte oder der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte bezeichnen wir als primordiales, primäres, ſekundäres, tertiäres und quartäres Zeitalter. Jedes iſt durch die vorwiegende Entwickelung beſtimmter Thier- und Pflanzengruppen in demſelben beſtimmt charakteriſirt, und wir könnten demnach auch die fünf Zeitalter einerſeits durch die natürlichen Hauptgruppen des Pflanzenreichs, andererſeits durch die verſchiedenen Klaſſen des Wirbelthierſtammes anſchaulich bezeichnen. Dann wäre das erſte oder primordiale Zeitalter dasjenige der Tange und Schädelloſen, das zweite oder primäre Zeitalter das der Farne und Fiſche, das dritte oder ſekundäre Zeitalter das der Nadelwälder und Schleicher, das vierte oder tertiäre Zeitalter das der Laubwälder und Säugethiere, endlich das fünfte oder quartäre Zeitalter dasjenige des Menſchen und ſeiner Kultur. Die Abſchnitte oder Perioden, welche wir in jedem der fünf Zeitalter unterſcheiden (S. 344), werden durch die verſchiedenen Syſteme von Schichten beſtimmt, in die jedes der fünf großen Terrains zerfällt (S. 345). Laſſen Sie uns jetzt noch einen flüchtigen Blick auf die Reihe dieſer Syſteme und zugleich auf die Bevölkerung der fünf großen Zeitalter werfen.

Den erſten und längſten Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte bildet die Primordialzeit oder das Zeitalter der Tangwälder, das auch das archolithiſche oder archozoiſche Zeitalter genannt werden kann. Es umfaßt den ungeheuren Zeitraum von der erſten Urzeugung, von der Entſtehung des erſten irdiſchen Organismus, bis zum Ende der ſiluriſchen Schichtenbildung. Während dieſes unermeßlichen Zeitraums, welcher wahrſcheinlich viel länger war, als alle übrigen vier Zeiträume zuſammengenommen, lagerten ſich die drei mächtigſten von allen neptuniſchen Schichtenſyſtemen ab, nämlich zu unterſt das laurentiſche, darüber das cambriſche und darüber das ſiluriſche Syſtem. Die ungefähre Dicke oder Mächtigkeit dieſer drei Syſteme zuſammengenommen beträgt ſiebzigtauſend Fuß. Davon kommen ungefähr 30,000 auf das laurentiſche, 18,000 auf das cambriſche und 22,000 auf das ſiluriſche Syſtem. Die

durchſchnittliche Mächtigkeit aller vier übrigen Terrains, des primären, ſekundären, tertiären und quartären zuſammengenommen, mag dagegen etwa höchſtens 60,000 Fuß betragen, und ſchon hieraus, abgeſehen von vielen anderen Gründen, ergiebt ſich, daß die Dauer der Primordialzeit wahrſcheinlich viel länger war, als die Dauer der folgenden Zeitalter bis zur Gegenwart zuſammengenommen. Viele Millionen von Jahrhunderten müſſen zur Ablagerung ſolcher Schichtenmaſſen erforderlich geweſen ſein. Leider befindet ſich der bei weitem größte Theil der primordialen Schichtengruppen in dem ſogleich zu erörternden metamorphiſchen Zuſtande, und dadurch ſind die in ihnen enthaltenen Verſteinerungen, die älteſten und wichtigſten von allen, größtentheils zerſtört und unkenntlich geworden. Nur aus einem Theile der cambriſchen und ſiluriſchen Schichten ſind Petrefakten in größerer Menge und in kenntlichem Zuſtande erhalten worden. Die älteſte von allen deutlich erhaltenen Verſteinerungen, das ſpäter noch zu beſchreibende „kanadiſche Morgenweſen" (Eozoon canadense) iſt in den unterſten laurentiſchen Schichten (in der Ottawaformation, am Lorenzoſtrome) gefunden worden.

Trotzdem die primordialen oder archolithiſchen Verſteinerungen uns nur zum bei weitem kleinſten Theile in kenntlichem Zuſtande erhalten ſind, beſitzen dieſelben dennoch den Werth unſchätzbarer Dokumente für dieſe älteſte und dunkelſte Zeit der organiſchen Erdgeſchichte. Zunächſt ſcheint daraus hervorzugehen, daß während dieſes ganzen ungeheuren Zeitraums nur Waſſerbewohner exiſtirten. Wenigſtens iſt bis jetzt unter allen archolithiſchen Petrefakten noch kein einziges gefunden worden, welches man mit Sicherheit auf einen landbewohnenden Organismus beziehen könnte. Alle Pflanzenreſte, die wir aus der Primordialzeit beſitzen, gehören zu der niedrigſten von allen Pflanzengruppen, zu der im Waſſer lebenden Klaſſe der Tange oder Algen. Dieſe bildeten in dem warmen Urmeere der Primordialzeit mächtige Wälder, von deren Formenreichthum und Dichtigkeit uns noch heutigen Tages ihre Epigonen, die Tangwälder des atlantiſchen Sargaſſomeeres, eine ungefähre Vorſtellung geben mögen. Die ko-

loſſalen Tangwälder der archolithiſchen Zeit erſetzten damals die noch gänzlich fehlende Waldvegetation des Feſtlandes. Gleich den Pflanzen lebten auch alle Thiere, von denen man Reſte in den archolithiſchen Schichten gefunden hat, im Waſſer. Von den Gliederfüßern finden ſich nur Krebsthiere, noch keine Spinnen und Inſekten. Von den Wirbelthieren ſind nur ſehr wenige Fiſchreſte bekannt, welche ſich in den jüngſten von allen primordialen Schichten, in der oberen Silurformation vorfinden. Dagegen müſſen die kopfloſen Wirbelthiere, welche wir Schädelloſe oder Akranien nennen, und aus denen ſich die Fiſche erſt entwickeln konnten, maſſenhaft während der Primordialzeit gelebt haben. Daher können wir ſie ſowohl nach den Schädelloſen als nach den Tangen benennen.

Die Primärzeit oder das Zeitalter der Farnwälder, der zweite Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte, welchen man auch das paläolithiſche oder paläozoiſche Zeitalter nennt, dauerte vom Ende der ſiluriſchen Schichtenbildung bis zum Ende der permiſchen Schichtenbildung. Auch dieſer Zeitraum war von ſehr langer Dauer und zerfällt wiederum in drei Perioden, während deren ſich drei mächtige Schichtenſyſteme ablagerten, nämlich zu unterſt das devoniſche Syſtem oder der alte rothe Sandſtein, darüber das carboniſche oder Steinkohlenſyſtem, und darüber das permiſche Syſtem oder der neue rothe Sandſtein und der Zechſtein. Die durchſchnittliche Dicke dieſer drei Syſteme zuſammengenommen mag etwa 42,000 Fuß betragen, woraus ſich ſchon die ungeheure Länge der für ihre Bildung erforderlichen Zeiträume ergiebt.

Die devoniſchen und permiſchen Formationen ſind vorzüglich reich an Fiſchreſten, ſowohl an Urfiſchen, als an Schmelzfiſchen. Aber noch fehlen in der primären Zeit gänzlich die Knochenfiſche. In der Steinkohle finden ſich die älteſten Reſte von landbewohnenden Thieren, und zwar ſowohl Gliederthieren (Spinnen und Inſekten) als Wirbelthieren (Amphibien). Im permiſchen Syſtem kommen zu den Amphibien noch die höher entwickelten Schleicher oder Reptilien, und zwar unſeren Eidechſen nahverwandte Formen (Proterosaurus ꝛc.).

Trotzdem können wir das primäre Zeitalter das der Fiſche nennen, weil dieſe wenigen Amphibien und Reptilien ganz gegen die ungeheure Menge der paläolithiſchen Fiſche zurücktreten. Ebenſo wie die Fiſche unter den Wirbelthieren, ſo herrſchten unter den Pflanzen während dieſes Zeitraums die Farnpflanzen oder Filicinen vor, und zwar ſowohl echte Farnkräuter und Farnbäume (Laubfarne oder Phyllopteriden) als Schaftfarne (Calamophyten) und Schuppenfarne (Lepidophyten). Dieſe landbewohnenden Farne oder Filicinen bildeten die Hauptmaſſe der dichten paläolithiſchen Inſelwälder, deren foſſile Reſte uns in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenlagern des carboniſchen Syſtems und in den ſchwächeren Kohlenlagern des devoniſchen und permiſchen Syſtems erhalten ſind. Sie berechtigen uns, die Primärzeit eben ſowohl das Zeitalter der Farne, als das der Fiſche zu nennen.

Der dritte große Hauptabſchnitt der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte wird durch die Sekundärzeit oder das Zeitalter der Nadelwälder gebildet, welches auch das meſolithiſche oder meſozoiſche Zeitalter genannt wird. Es reicht vom Ende der permiſchen Schichtenbildung bis zum Ende der Kreideſchichtenbildung, und zerfällt abermals in drei große Perioden. Die während deſſen abgelagerten Schichtenſyſteme ſind zu unterſt das Triasſyſtem, in der Mitte das Juraſyſtem, und zu oberſt das Kreideſyſtem. Die durchſchnittliche Dicke dieſer drei Syſteme zuſammengenommen bleibt ſchon weit hinter derjenigen der primären Syſteme zurück und beträgt im Ganzen nur ungefähr 15,000 Fuß. Die Sekundärzeit wird demnach wahrſcheinlich nicht halb ſo lang als die Primärzeit geweſen ſein.

Wie in der Primärzeit die Fiſche, ſo herrſchen in der Sekundärzeit die Schleicher oder Reptilien über alle übrigen Wirbelthiere vor. Zwar entſtanden während dieſes Zeitraums die erſten Vögel und Säugethiere; auch lebten damals wichtige Amphibien, nämlich die rieſigen Labyrinthodonten; im Meere ſchwammen die wunderbaren Seedrachen oder Halisaurier umher, und zu den zahlreich vorhandenen Urfiſchen und Schmelzfiſchen der älteren Zeit geſell-

Ueberſicht

der paläontologiſchen Perioden oder der größeren Zeitabſchnitte der organiſchen Erdgeſchichte.

I. Erſter Zeitraum: Archolithiſches Zeitalter. Primordial-Zeit.

(Zeitalter der Schädelloſen und der Tangwälder.)

1. Aeltere Archolith-Zeit	oder	Laurentiſche Periode.
2. Mittlere Archolith-Zeit	"	Cambriſche Periode.
3. Neuere Archolith-Zeit	"	Siluriſche Periode.

II. Zweiter Zeitraum: Paläolithiſches Zeitalter. Primär-Zeit.

(Zeitalter der Fiſche und der Farnwälder.)

4. Aeltere Paläolith-Zeit	oder	Devoniſche Periode.
5. Mittlere Paläolith-Zeit	"	Steinkohlen-Periode.
6. Neuere Paläolith-Zeit	"	Permiſche Periode.

III. Dritter Zeitraum: Meſolithiſches Zeitalter. Sekundär-Zeit.

(Zeitalter der Reptilien und der Nadelwälder.)

7. Aeltere Meſolith-Zeit	oder	Trias-Periode.
8. Mittlere Meſolith-Zeit	"	Jura-Periode.
9. Neuere Meſolith-Zeit	"	Kreide-Periode.

IV. Vierter Zeitraum: Caenolithiſches Zeitalter. Tertiär-Zeit.

(Zeitalter der Säugethiere und der Laubwälder.)

10. Aeltere Caenolith-Zeit	oder	Eocaene Periode.
11. Mittlere Caenolith-Zeit	"	Miocaene Periode.
12. Neuere Caenolith-Zeit	"	Pliocaene Periode.

V. Fünfter Zeitraum: Anthropolithiſches Zeitalter. Quartär-Zeit.

(Zeitalter der Menſchen und der Kulturwälder.)

13. Aeltere Anthropolith-Zeit	oder	Eiszeit. Glaciale Periode.
14. Mittlere Anthropolith-Zeit	"	Poſtglaciale Periode.
15. Neuere Anthropolith-Zeit	"	Kultur-Periode.

(Die Kulturperiode iſt die hiſtoriſche Zeit oder die Periode der Ueberlieferungen.)

Ueberſicht

der paläontologiſchen Formationen oder der verſteinerungsführenden Schichten der Erdrinde.

Terrains	Syſteme	Formationen	Synonyme der Formationen
V. Anthropolithiſche Terrains oder anthropozoiſche (quartäre) Schichtengruppen	XIV. Recent (Alluvium)	36. Praeſent	Oberalluviale
		35. Recent	Unteralluviale
	XIII. Pleiſtocaen (Diluvium)	34. Poſtglacial	Oberdiluviale
		33. Glacial	Unterdiluviale
IV. Caenolithiſche Terrains oder caenozoiſche (tertiäre) Schichtengruppen	XII. Pliocaen (Neutertiär)	32. Arvern	Oberpliocaene
		31. Subapennin	Unterpliocaene
	XI. Miocaen (Mitteltertiär)	30. Falun	Obermiocaene
		29. Limburg	Untermiocaene
	X. Eocaen (Alttertiär)	28. Gyps	Obereocaene
		27. Grobkalk	Mitteleocaene
		26. Londonthon	Untereocaene
III. Meſolithiſche Terrains oder meſozoiſche (ſekundäre) Schichtengruppen	IX. Kreide	25. Weißkreide	Oberkreide
		24. Grünſand	Mittelkreide
		23. Neocom	Unterkreide
		22. Wealden	Wälderformation
	VIII. Jura	21. Portland	Oberoolith
		20. Oxford	Mitteloolith
		19. Bath	Unteroolith
		18. Lias	Liasformation
	VII. Trias	17. Keuper	Obertrias
		16. Muſchelkalk	Mitteltrias
		15. Buntſand	Untertrias
II. Paläolithiſche Terrains oder paläozoiſche (primäre) Schichtengruppen	VI. Permiſches (Neurothſand)	14. Zechſtein	Oberpermiſche
		13. Neurothſand	Unterpermiſche
	V. Carboniſches (Steinkohle)	12. Kohlenſand	Obercarboniſche
		11. Kohlenkalk	Untercarboniſche
	IV. Devoniſches (Altrothſand)	10. Pilton	Oberdevoniſche
		9. Ilfracombe	Mitteldevoniſche
		8. Linton	Unterdevoniſche
I. Archolithiſche Terrains oder archozoiſche (primordiale) Schichtengruppen	III. Siluriſches	7. Ludlow	Oberſiluriſche
		6. Landovery	Mittelſiluriſche
		5. Landeilo	Unterſiluriſche
	II. Cambriſches	4. Potsdam	Obercambriſche
		3. Longmynd	Untercambriſche
	I. Laurentiſches	2. Labrador	Oberlaurentiſche
		1. Ottawa	Unterlaurentiſche

ten ſich die erſten Knochenfiſche. Allein die ganz charakteriſtiſche und überwiegende Wirbelthierklaſſe der Sekundärzeit bildeten die höchſt mannichfaltig entwickelten Reptilien. Neben ſolchen Schleichern, welche den heute noch lebenden Eidechſen, Krokodilen und Schildkröten ſehr nahe ſtanden, wimmelte es in der meſolithiſchen Zeit überall von abenteuerlich geſtalteten Drachen. Insbeſondere ſind die merkwürdigen fliegenden Eidechſen oder Pteroſaurier und die koloſſalen Landdrachen oder Dinoſaurier der Sekundärzeit ganz eigenthümlich, da ſie weder vorher noch nachher lebten. Wie man demgemäß die Sekundärzeit das Zeitalter der Schleicher oder Reptilien nennen könnte, ſo könnte ſie andrerſeits auch das Zeitalter der Nadelwälder, oder genauer der Gymnoſpermen oder Nacktſamenpflanzen heißen. Denn dieſe Pflanzengruppe, vorzugsweiſe durch die beiden wichtigen Klaſſen der Nadelhölzer oder Coniferen und der Palmfarne oder Cycadeen vertreten, ſetzte während der Sekundärzeit ganz überwiegend den Beſtand der Wälder zuſammen. Die farnartigen Pflanzen traten dagegen zurück und die Laubhölzer entwickelten ſich erſt gegen Ende des Zeitalters, in der Kreidezeit.

Viel kürzer und weniger eigenthümlich als dieſe drei erſten Zeitalter war der vierte Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte, die Tertiärzeit oder das Zeitalter der Laubwälder. Dieſer Zeitraum, welcher auch caenolithiſches oder caenozoiſches Zeitalter heißt, erſtreckte ſich vom Ende der Kreideſchichtenbildung bis zum Ende der pliocaenen Schichtenbildung. Die während deſſen abgelagerten Schichten erreichen nur ungefähr eine mittlere Mächtigkeit von 3000 Fuß und bleiben demnach weit hinter den drei erſten Terrains zurück. Auch ſind die drei Syſteme, welche man in dem tertiären Terrain unterſcheidet, nur ſchwer von einander zu trennen. Das älteſte derſelben heißt eocaenes oder alttertiäres, das mittlere miocaenes oder mitteltertiäres und das jüngſte pliocaenes oder neutertiäres Syſtem.

Die geſammte Bevölkerung der Tertiärzeit nähert ſich im Ganzen und im Einzelnen ſchon viel mehr derjenigen der Gegenwart, als es in den vorhergehenden Zeitaltern der Fall war. Unter den Wir-

belthieren überwiegt von nun an die Klasse der Säugethiere bei weitem alle übrigen. Ebenso herrscht in der Pflanzenwelt die formenreiche Gruppe der Deckſamenpflanzen oder Angioſpermen vor, deren Laubhölzer die charakteriſtiſchen Laubwälder der Tertiärzeit bildeten. Die Abtheilung der Angioſpermen beſteht aus den beiden Klaſſen der Einkeimblättrigen oder Monocotyledonen und der Zweikeimblättrigen oder Dicotyledonen. Zwar hatten ſich Angioſpermen aus beiden Klaſſen ſchon in der Kreidezeit gezeigt, und Säugethiere traten ſchon in der Jurazeit oder ſelbſt in der Triaszeit auf. Allein beide Gruppen, Säugethiere und Deckſamenpflanzen, erreichen ihre eigentliche Entwickelung und Oberherrſchaft erſt in der Tertiärzeit, ſo daß man dieſe mit vollem Rechte danach benennen kann.

Den fünften und letzten Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte bildet die Quartärzeit oder Kulturzeit, derjenige, gegen die Länge der vier übrigen Zeitalter verſchwindend kurze Zeitraum, den wir gewöhnlich in komiſcher Selbſtüberhebung die „Weltgeſchichte" zu nennen pflegen. Da die Ausbildung des Menſchen und ſeiner Kultur, welche mächtiger als alle früheren Vorgänge auf die organiſche Welt umgeſtaltend einwirkte, dieſes Zeitalter charakteriſirt, ſo könnte man daſſelbe auch die Menſchenzeit, das anthropolithiſche oder anthropozoiſche Zeitalter nennen. Es könnte allenfalls auch das Zeitalter der Kulturwälder heißen, weil ſelbſt auf den niedrigeren Stufen der menſchlichen Kultur ihr umgeſtaltender Einfluß ſich bereits in der Benutzung der Wälder und ihrer Erzeugniſſe, und ſomit auch in der Phyſiognomie der Landſchaft bemerkbar macht. Geologiſch wird der Beginn dieſes Zeitalters, welches bis zur Gegenwart reicht, durch das Ende der pliocaenen Schichtenablagerung begrenzt.

Die neptuniſchen Schichten, welche während des verhältnißmäßig kurzen quartären Zeitraums abgelagert wurden, ſind an den verſchiedenen Stellen der Erde von ſehr verſchiedener, meiſt aber von ſehr geringer Dicke. Man bringt dieſelben in zwei verſchiedene Syſteme, von denen man das ältere als diluvial oder pleiſtocaen, das neuere als alluvial oder recent bezeichnet. Das Diluvial-Sy-

ſtem zerfällt ſelbſt wieder in zwei Formationen, in die älteren glacialen und die neueren poſtglacialen Bildungen. Während der älteren Diluvialzeit nämlich fand jene außerordentlich merkwürdige Erniedrigung der Erdtemperatur ſtatt, welche zu einer ausgedehnten Vergletſcherung der gemäßigten Zonen führte. Die hohe Bedeutung, welche dieſe „Eiszeit“ oder Glacial-Periode für die geographiſche und topographiſche Verbreitung der Organismen gewonnen hat, iſt bereits im vorhergehenden Vortrage auseinander geſetzt worden (S. 324). Auch die auf die Eiszeit folgende „Nacheiszeit“, die poſtglaciale Periode oder die neuere Diluvialzeit, während welcher die Temperatur wiederum ſtieg, und das Eis ſich nach den Polen zurückzog, war für die gegenwärtige Geſtaltung der chorologiſchen Verhältniſſe höchſt bedeutungsvoll.

Der biologiſche Charakter der Quartärzeit liegt weſentlich in der Entwickelung und Ausbreitung des menſchlichen Organismus und ſeiner Kultur. Weit mehr als jeder andere Organismus hat der Menſch umgeſtaltend, zerſtörend und neubildend auf die Thier- und Pflanzenbevölkerung der Erde eingewirkt. Aus dieſem Grunde, — nicht weil wir dem Menſchen im Uebrigen eine privilegirte Ausnahmeſtellung in der Natur einräumen, — können wir mit vollem Rechte die Ausbreitung des Menſchen mit ſeiner Kultur als Beginn eines beſonderen letzten Hauptabſchnitts der organiſchen Erdgeſchichte bezeichnen. Wahrſcheinlich fand allerdings die körperliche Entwickelung des Urmenſchen aus menſchenähnlichen Affen bereits in der jüngeren oder pliocaenen, vielleicht ſogar ſchon in der mittleren oder miocaenen Tertiärzeit ſtatt. Allein die eigentliche Entwickelung der menſchlichen Sprache, welche wir als den wichtigſten Hebel für die Ausbildung der eigenthümlichen Vorzüge des Menſchen und ſeiner Herrſchaft über die übrigen Organismen betrachten, fällt wahrſcheinlich erſt in jenen Zeitraum, welchen man aus geologiſchen Gründen als pleiſtocaene oder diluviale Zeit von der vorhergehenden Pliocaenperiode trennt. Jedenfalls iſt derjenige Zeitraum, welcher ſeit der Entwickelung der menſchlichen Sprache bis zur Gegenwart verfloß, mag derſelbe auch

viele Jahrtauſende und vielleicht Hunderttauſende von Jahren in Anſpruch genommen haben, verſchwindend gering gegen die unermeßliche Länge der Zeiträume, welche vom Beginn des organiſchen Lebens auf der Erde bis zur Entſtehung des Menſchengeſchlechts verfloſſen.

Die vorſtehende tabellariſche Ueberſicht zeigt Ihnen rechts (S. 345) die Reihenfolge der paläontologiſchen Terrains, Syſteme und Formationen, d. h. der größeren und kleineren neptuniſchen Schichtengruppen, welche Verſteinerungen einſchließen, von den oberſten oder alluvialen bis zu den unterſten oder laurentiſchen Ablagerungen hinab. Die links gegenüberſtehende Tabelle (S. 344) führt Ihnen die hiſtoriſche Eintheilung der entſprechenden Zeiträume vor, der größeren und kleineren paläontologiſchen Perioden, und zwar in umgekehrter Reihenfolge, von der älteſten laurentiſchen bis auf die jüngſte quartäre Zeit hinauf. (Vergl. auch S. 352.)

Man hat viele Verſuche angeſtellt, die Zahl der Jahrtauſende, welche dieſe Zeiträume zuſammenſetzen, annähernd zu berechnen. Man verglich die Dicke der Schlammſchichten, welche erfahrungsgemäß während eines Jahrhunderts ſich abſetzen, und welche nur wenige Linien oder Zolle betragen, mit der geſammten Dicke der geſchichteten Geſteinsmaſſen, deren ideales Syſtem wir ſoeben überblickt haben. Dieſe Dicke mag im Ganzen durchſchnittlich ungefähr 130,000 Fuß betragen, und hiervon kommen 70,000 auf das primordiale oder archolithiſche, 42,000 auf das primäre oder paläolithiſche, 15,000 auf das ſekundäre oder meſolithiſche und endlich nur 3000 auf das tertiäre oder caenolithiſche Terrain. Die ſehr geringe und nicht annähernd beſtimmbare durchſchnittliche Dicke des quartären oder anthropolithiſchen Terrains kommt dabei gar nicht in Betracht. Man kann ſie höchſtens durchſchnittlich auf 500—700 Fuß anſchlagen. Selbſtverſtändlich haben aber alle dieſe Maßangaben nur einen ganz durchſchnittlichen und annähernden Werth, und ſollen nur dazu dienen, das *relative* Maßverhältniß der Schichtenſyſteme und der ihnen entſprechenden Zeitabſchnitte ganz *ungefähr* zu überblicken.

Wenn man nun die geſammte Zeit der organiſchen Erdge-

ſchichte, d. h. den ganzen Zeitraum ſeit Beginn des Lebens auf der Erde bis auf den heutigen Tag, in hundert gleiche Theile theilt, und wenn man dann, dem angegebenen durchſchnittlichen Dickenverhältniß der Schichtenſyſteme entſprechend, die relative Zeitdauer der fünf Hauptabſchnitte oder Zeitalter nach Prozenten berechnet, ſo ergiebt ſich folgendes Reſultat. (Vergl. S. 352.)

I.	Archolithiſche oder Primordialzeit	53,6
II.	Paläolithiſche oder Primärzeit	32,1
III.	Meſolithiſche oder Sekundärzeit	11,5
IV.	Caenolithiſche oder Tertiärzeit	2,3
V.	Anthropolithiſche oder Quartärzeit	0,5
	Summa	100,0

Es beträgt demnach die Länge des archolithiſchen Zeitraums, während deſſen noch gar keine landbewohnenden Thiere und Pflanzen exiſtirten, mehr als die Hälfte, mehr als 53 Prozent, dagegen die Länge des anthropolithiſchen Zeitraums, während deſſen der Menſch exiſtirte, kaum ein halbes Prozent von der ganzen Länge der organiſchen Erdgeſchichte. Es iſt aber ganz unmöglich, die Länge dieſer Zeiträume auch nur annähernd nach Jahren zu berechnen.

Die Dicke der Schlammſchichten, welche während eines Jahrhunderts ſich in der Gegenwart ablagern, und welche man als Baſis für dieſe Berechnung benutzen wollte, iſt an den verſchiedenen Stellen der Erde unter den ganz verſchiedenen Bedingungen, unter denen überall die Ablagerung ſtattfindet, natürlich ganz verſchieden. Sie iſt ſehr gering auf dem Boden des hohen Meeres, in den Betten breiter Flüſſe mit kurzem Laufe, und in Landſeen, welche ſehr dürftige Zuflüſſe erhalten. Sie iſt verhältnißmäßig bedeutend an Meeresküſten mit ſtarker Brandung, am Ausfluß großer Ströme mit langem Lauf und in Landſeen mit ſtarken Zuflüſſen. An der Mündung des Miſſiſippi, welcher ſehr bedeutende Schlammmaſſen mit ſich fortführt, würden in 100,000 Jahren nur etwa 600 Fuß abgelagert werden. Auf dem Grunde des offenen Meeres, weit von den Küſten entfernt, werden ſich während dieſes langen Zeitraums nur wenige Fuß Schlamm

abſetzen. Selbſt an den Küſten, wo verhältnißmäßig viel Schlamm abgelagert wird, mag die Dicke der dadurch während eines Jahrhunderts gebildeten Schichten, wenn ſie nachher ſich zu feſtem Geſteine verdichtet haben, doch nur wenige Zolle oder Linien betragen. Jedenfalls aber bleiben alle auf dieſe Verhältniſſe gegründeten Berechnungen ganz unſicher, und wir können uns auch nicht einmal annähernd die ungeheure Länge der Zeiträume vorſtellen, welche zur Bildung jener neptuniſchen Schichtenſyſteme erforderlich waren. Nur relative, nicht abſolute Zeitmaße ſind hier anwendbar.

Man würde übrigens auch vollkommen fehlgehen, wenn man die Mächtigkeit jener Schichtenſyſteme allein als Maßſtab für die inzwiſchen wirklich verfloſſene Zeit der Erdgeſchichte betrachten wollte. Denn Hebungen und Senkungen der Erdrinde haben beſtändig mit einander gewechſelt, und aller Wahrſcheinlichkeit nach entſpricht der mineralogiſche und paläontologiſche Unterſchied, den man zwiſchen je zwei auf einanderfolgenden Schichtenſyſtemen und zwiſchen je zwei Formationen derſelben wahrnimmt, einem beträchtlichen Zwiſchenraum von vielen Jahrtauſenden, während deſſen die betreffende Stelle der Erdrinde über das Waſſer gehoben war. Erſt nach Ablauf dieſer Zwiſchenzeit, als eine neue Senkung dieſe Stelle wieder unter Waſſer brachte, fand die Ablagerung einer neuen Bodenſchicht ſtatt. Da aber inzwiſchen die anorganiſchen und organiſchen Verhältniſſe an dieſem Orte eine beträchtliche Umbildung erfahren hatten, mußte die neugebildete Schlammſchicht aus verſchiedenen Bodenbeſtandtheilen zuſammengeſetzt ſein und ganz verſchiedene Verſteinerungen einſchließen.

Die auffallenden Unterſchiede, die zwiſchen den Verſteinerungen zweier übereinander liegenden Schichten ſo häufig ſtattfinden, ſind einfach und leicht nur durch die Annahme zu erklären, daß derſelbe Punkt der Erdoberfläche *wiederholten Senkungen und Hebungen* ausgeſetzt wurde. Noch gegenwärtig finden ſolche wechſelnde Hebungen und Senkungen, welche man der Reaktion des feuer-flüſſigen Erdkerns gegen die erſtarrte Rinde zuſchreibt, in weiter Ausdehnung ſtatt. So zeigt z. B. die Küſte von Schweden und ein Theil

<table>
<tr><td colspan="2">IV. Caenolithiſche Schichten-Syſteme. 3000 Fuß.</td><td>Eocaen, Miocaen, Pliocaen.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">III. Meſolithiſche Schichten-Syſteme.
Ablagerungen der Sekundärzeit.
Circa 15,000 Fuß.</td><td>IX. Kreide-Syſtem.</td></tr>
<tr><td>VIII. Jura-Syſtem.
VII. Trias-Syſtem.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">II. Paläolithiſche
Schichten-Syſteme.
Ablagerungen
der Primärzeit.
Circa 42,000 Fuß.</td><td>VI. Permiſches
Syſtem.</td></tr>
<tr><td>V. Steinkohlen-
Syſtem.</td></tr>
<tr><td>IV. Devoniſches
Syſtem.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Tabelle
zur Ueberſicht der
neptuniſchen verſteine-
rungsführenden
Schichten-Syſteme
der Erdrinde
mit Bezug auf ihre
verhältnißmäßige
durchſchnittliche
Dicke.
(130,000 Fuß
circa.)</td><td rowspan="4">I. Archo-
lithiſche
Schichten-
Syſteme.
Ablagerungen
der
Primordial-
zeit.
Circa
70,000 Fuß.</td><td>III. Silluriſches
Syſtem.
Circa 22,000 Fuß.</td></tr>
<tr><td>II. Cambriſches
Syſtem.
Circa 18,000 Fuß.</td></tr>
<tr><td>I. Laurentiſches
Syſtem.
Circa 30,000 Fuß.</td></tr>
</table>

von der Westküste Südamerikas beständig langsam empor, während die Küste von Holland und ein Theil von der Ostküste Südamerikas allmählich untersinkt. Das Steigen wie das Sinken geschieht nur sehr langsam und beträgt im Jahrhundert bald nur einige Linien, bald einige Zoll oder höchstens einige Fuß. Wenn aber diese Bewegung hunderte von Jahrtausenden hindurch ununterbrochen andauert, wird sie fähig, die höchsten Gebirge zu bilden.

Offenbar haben ähnliche Hebungen und Senkungen, wie sie an jenen Stellen noch heute zu messen sind, während des ganzen Verlaufs der organischen Erdgeschichte ununterbrochen an verschiedenen Stellen mit einander gewechselt. Das ergiebt sich mit Sicherheit aus der geographischen Verbreitung der Organismen (vergl. S. 320). Nun ist es aber für die Beurtheilung unserer paläontologischen Schöpfungsurkunde außerordentlich wichtig, sich klar zu machen, daß bleibende Schichten sich bloß während langsamer Senkung des Bodens unter Wasser ablagern können, nicht aber während andauernder Hebung. Wenn der Boden langsam mehr und mehr unter den Meeresspiegel versinkt, so gelangen die abgelagerten Schlammschichten in immer tieferes und ruhigeres Wasser, wo sie sich ungestört zu Gestein verdichten können. Wenn sich dagegen umgekehrt der Boden langsam hebt, so kommen die soeben abgelagerten Schlammschichten, welche Reste von Pflanzen und Thieren umschließen, sogleich wieder in den Bereich des Wogenspiels, und werden durch die Kraft der Brandung alsbald nebst den eingeschlossenen organischen Resten zerstört. Aus diesem einfachen, aber sehr gewichtigen Grunde können also nur während einer andauernden Senkung des Bodens sich reichlichere Schichten ablagern, in denen die organischen Reste erhalten bleiben. Wenn je zwei verschiedene übereinander liegende Formationen oder Schichten mithin zwei verschiedenen Senkungsperioden entsprechen, so müssen wir zwischen diesen letzteren einen langen Zeitraum der Hebung annehmen, von dem wir gar nichts wissen, weil uns keine fossilen Reste von den damals lebenden Thieren und Pflanzen aufbewahrt werden konnten. Offenbar verdienen aber diese spurlos dahingegangenen He-

bungszeiträume nicht geringere Berückſichtigung als die damit abwechſelnden Senkungszeiträume, von deren organiſcher Bevölkerung uns die verſteinerungsführenden Schichten eine ungefähre Vorſtellung geben. Wahrſcheinlich waren die erſteren durchſchnittlich von nicht geringerer Dauer als die letzteren.

Schon hieraus wird ſich Ihnen ergeben, wie unvollſtändig unſere Urkunde nothwendig ſein muß, um ſo mehr, da ſich theoretiſch erweiſen läßt, daß gerade während der Hebungszeiträume das Thier- und Pflanzenleben an Mannichfaltigkeit zunehmen mußte. Denn indem neue Strecken Landes über das Waſſer gehoben werden, bilden ſich neue Inſeln. Jede neue Inſel iſt aber ein neuer Schöpfungsmittelpunkt, weil die zufällig dorthin verſchlagenen Thiere und Pflanzen auf dem neuen Boden im Kampf um's Daſein reiche Gelegenheit finden, ſich eigenthümlich zu entwickeln, und neue Arten zu bilden. Gerade die Bildung neuer Arten hat offenbar während dieſer Zwiſchenzeiten, aus denen uns leider keine Verſteinerungen erhalten bleiben konnten, vorzugsweiſe ſtattgefunden, während umgekehrt bei der langſamen Senkung des Bodens eher Gelegenheit zum Ausſterben zahlreicher Arten, und zu einem Rückſchritt in der Artenbildung gegeben war. Auch die Zwiſchenformen zwiſchen den alten und den neu ſich bildenden Species werden vorzugsweiſe während jener Hebungszeiträume gelebt haben, und konnten daher ebenfalls keine foſſilen Reſte hinterlaſſen.

Zu den ſehr bedeutenden und empfindlichen Lücken der paläontologiſchen Schöpfungsurkunde, welche durch die Hebungszeiträume bedingt werden, kommen nun leider noch viele andere Umſtände hinzu, welche den hohen Werth derſelben außerordentlich verringern. Dahin gehört vor Allen der metamorphiſche Zuſtand der älteſten Schichtengruppen, gerade derjenigen, welche die Reſte der älteſten Flora und Fauna, der Stammformen aller folgenden Organismen enthalten, und dadurch von ganz beſonderem Intereſſe ſein würden. Gerade dieſe Geſteine, und zwar der größere Theil der primordialen oder archolithiſchen Schichten, faſt das ganze laurentiſche und

ein großer Theil des cambriſchen Syſtems enthalten gar keine kenntlichen Reſte mehr, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieſe Schichten durch den Einfluß des feuer-flüſſigen Erdinnern nachträglich wieder verändert oder metamorphoſirt worden ſind. Durch die Hitze des glühenden Erdkerns ſind dieſe tiefſten neptuniſchen Rindenſchichten in ihrer urſprünglichen Schichtenſtruktur gänzlich umgewandelt und in einen kryſtalliniſchen Zuſtand übergeführt worden. Dabei ging aber die Form der darin eingeſchloſſenen organiſchen Reſte ganz verloren. Nur hie und da wurde ſie durch einen glücklichen Zufall erhalten, wie es bei dem älteſten bekannten Petrefakte, bei dem Eozoon canadense aus den unterſten laurentiſchen Schichten, der Fall iſt. Jedoch können wir aus den Lagern von kryſtalliniſcher Kohle (Graphit) und kryſtalliniſchem Kalk (Marmor), welche ſich in den metamorphiſchen Geſteinen eingelagert finden, mit Sicherheit auf die frühere Anweſenheit von verſteinerten Pflanzen- und Thierreſten in denſelben ſchließen.

Außerordentlich unvollſtändig wird unſere Schöpfungsurkunde durch den Umſtand, daß erſt ein ſehr kleiner Theil der Erdoberfläche genauer geologiſch unterſucht iſt, vorzugsweiſe England, Deutſchland und Frankreich. Dagegen wiſſen wir nur ſehr Wenig von den übrigen Theilen Europas, von Rußland, Spanien, Italien, der Türkei. Hier ſind uns nur einzelne Stellen der Erdrinde aufgeſchloſſen; der bei weitem größte Theil derſelben iſt uns unbekannt. Daſſelbe gilt von Nordamerika und von Oſtindien. Hier ſind wenigſtens einzelne Strecken unterſucht. Dagegen vom größten Theil Aſiens, des umfangreichſten aller Welttheile, wiſſen wir faſt Nichts, — von Afrika faſt Nichts, ausgenommen das Kap der guten Hoffnung und die Mittelmeerküſte, — von Neuholland faſt Nichts, von Südamerika nur ſehr Wenig. Sie ſehen alſo, daß erſt ein ganz kleines Stück, wohl kaum der tauſendſte Theil von der geſammten Erdoberfläche gründlich paläontologiſch erforſcht iſt. Wir können daher wohl hoffen, bei weiterer Ausbreitung der geologiſchen Unterſuchungen, denen namentlich die Anlage von Eiſenbahnen und Bergwerken ſehr zu Hilfe kommen wird, noch einen großen Theil wichtiger Verſteine-

rungen aufzufinden. Ein Fingerzeig dafür iſt uns durch die merkwürdigen Verſteinerungen gegeben, die man an den wenigen, genauer unterſuchten Punkten von Afrika und Aſien, in den Kapgegenden und am Himalaya aufgefunden hat. Eine Reihe von ganz neuen und ſehr eigenthümlichen Thierformen iſt uns dadurch bekannt geworden. Freilich müſſen wir andrerſeits erwägen, daß der ausgedehnte Boden der jetzigen Meere vorläufig für die paläontologiſchen Forſchungen ganz unzugänglich iſt, und daß wir den größten Theil der hier ſeit uralten Zeiten begrabenen Verſteinerungen entweder niemals oder im beſten Fall erſt nach Verlauf vieler Jahrtauſende werden kennen lernen, wenn durch allmähliche Hebungen der gegenwärtige Meeresboden mehr zu Tage getreten ſein wird. Wenn Sie bedenken, daß die ganze Erdoberfläche zu ungefähr drei Fünftheilen aus Waſſer und nur zu zwei Fünftheilen aus Feſtland beſteht, ſo können Sie ermeſſen, daß auch in dieſer Beziehung die paläontologiſche Urkunde eine ungeheure Lücke enthält.

Nun kommen aber noch eine Reihe von Schwierigkeiten für die Paläontologie hinzu, welche in der Natur der Organismen ſelbſt begründet ſind. Vor allen iſt hier hervorzuheben, daß in der Regel nur harte und feſte Körpertheile der Organismen auf den Boden des Meeres und der ſüßen Gewäſſer gelangen und hier in Schlamm eingeſchloſſen und verſteinert werden können. Es ſind alſo namentlich die Knochen und Zähne der Wirbelthiere, die Kalkſchalen der Weichthiere, die Chitinſkelete der Gliederthiere, die Kalkſkelete der Sternthiere und Corallen, ferner die holzigen, feſten Theile der Pflanzen, die einer ſolchen Verſteinerung fähig ſind. Die weichen und zarten Theile dagegen, welche bei den allermeiſten Organismen den bei weitem größten Theil des Körpers bilden, gelangen nur ſehr ſelten unter ſo günſtigen Verhältniſſen in den Schlamm, daß ſie verſteinern, oder daß ihre äußere Form deutlich in dem erhärteten Schlamme ſich abdrückt. Nun bedenken Sie, daß ganze große Klaſſen von Organismen, wie z. B. die Meduſen, die nackten Mollusken, welche keine Schale haben, ein großer Theil der Gliederthiere, faſt alle Würmer und ſelbſt die

niederſten Wirbelthiere gar keine feſten und harten, verſteinerungsfähigen Körpertheile beſitzen. Ebenſo ſind gerade die wichtigſten Pflanzentheile, die Blüthen, meiſtens ſo weich und zart, daß ſie ſich nicht in kenntlicher Form konſerviren können. Von allen dieſen wichtigen Organismen werden wir naturgemäß auch gar keine verſteinerten Reſte zu finden erwarten können. Ferner ſind die Jugendzuſtände faſt aller Organismen ſo weich und zart, daß ſie gar nicht verſteinerungsfähig ſind. Was wir alſo von Verſteinerungen in den neptuniſchen Schichtenſyſtemen der Erdrinde vorfinden, das ſind im Ganzen nur wenige Formen, und meiſtens nur einzelne Bruchſtücke.

Sodann iſt zu berückſichtigen, daß die Meerbewohner in einem viel höheren Grade Ausſicht haben, ihre todten Körper in den abgelagerten Schlammſchichten verſteinert zu erhalten, als die Bewohner der ſüßen Gewäſſer und des Feſtlandes. Die das Land bewohnenden Organismen können in der Regel nur dann verſteinert werden, wenn ihre Leichen zufällig ins Waſſer fallen und auf dem Boden in erhärtenden Schlammſchichten begraben werden, was von mancherlei Bedingungen abhängig iſt. Daher kann es uns nicht Wunder nehmen, daß die bei weitem größte Mehrzahl der Verſteinerungen Organismen angehört, die im Meere lebten, und daß von den Landbewohnern verhältnißmäßig nur ſehr wenige im foſſilen Zuſtand erhalten ſind. Welche Zufälligkeiten hierbei in's Spiel kommen, mag Ihnen allein der Umſtand beweiſen, daß man von vielen foſſilen Säugethieren, insbeſondere von faſt allen Säugethieren der Sekundärzeit, weiter Nichts kennt, als den Unterkiefer. Dieſer Knochen iſt erſtens verhältnißmäßig feſt und löſt ſich zweitens ſehr leicht von dem todten Cadaver, das auf dem Waſſer ſchwimmt, ab. Während die Leiche vom Waſſer fortgetrieben und zerſtört wird, fällt der Unterkiefer auf den Grund des Waſſers hinab und wird hier vom Schlamm umſchloſſen. Daraus erklärt ſich allein die merkwürdige Thatſache, daß in einer Kalkſchicht des Juraſyſtems bei Oxford in England, in den Schiefern von Stonesfield, bis jetzt bloß die Unterkiefer von zahlreichen Beutelthieren gefunden worden ſind, den älteſten Säugethieren, welche wir

kennen. Von dem ganzen übrigen Körper derſelben war auch nicht ein Knochen mehr vorhanden. Die Gegner der Entwickelungstheorie würden nach der bei ihnen gebräuchlichen Logik hieraus den Schluß ziehen müſſen, daß der Unterkiefer der einzige Knochen im Leibe jener Thiere war.

Für die kritiſche Würdigung der vielen unbedeutenden Zufälle, die unſere Verſteinerungserkenntniß in der bedeutendſten Weiſe beeinfluſſen, ſind ferner auch die Fußſpuren ſehr lehrreich, welche ſich in großer Menge in verſchiedenen ausgedehnten Sandſteinlagern, z. B. in dem rothen Sandſtein von Connecticut in Nordamerika, finden. Dieſe Fußtritte rühren offenbar von Wirbelthieren, wahrſcheinlich von Reptilien her, von deren Körper ſelbſt uns nicht die geringſte Spur erhalten geblieben iſt. Die Abdrücke, welche ihre Füße im Schlamm hinterlaſſen haben, verrathen uns allein die vormalige Exiſtenz von dieſen uns ſonſt ganz unbekannten Thieren.

Welche Zufälligkeiten außerdem noch die Grenzen unſerer paläontologiſchen Kenntniſſe beſtimmen, können Sie daraus ermeſſen, daß man von ſehr vielen wichtigen Verſteinerungen nur ein einziges oder nur ein paar Exemplare kennt. Es iſt kaum zehn Jahre her, ſeit wir mit dem unvollſtändigen Abdruck eines Vogels aus dem Juraſyſtem bekannt wurden, deſſen Kenntniß für die Phylogenie der ganzen Vögelklaſſe von der allergrößten Wichtigkeit iſt. Alle bisher bekannten Vögel ſtellten eine ſehr einförmig organiſirte Gruppe dar, und zeigten keine auffallenden Uebergangsbildungen zu anderen Wirbelthierklaſſen, auch nicht zu den nächſtverwandten Reptilien. Jener foſſile Vogel aus dem Jura dagegen beſaß keinen gewöhnlichen Vogelſchwanz, ſondern einen Eidechſenſchwanz, und beſtätigte dadurch die aus anderen Gründen vermuthete Abſtammung der Vögel von den Eidechſen. Durch dieſes einzige Petrefakt wurde alſo nicht nur unſere Kenntniß von dem Alter der Vogelklaſſe, ſondern auch von ihrer Blutsverwandtſchaft mit den Reptilien weſentlich erweitert. Ebenſo ſind unſere Kenntniſſe von anderen Thiergruppen oft durch die zufällige Entdeckung einer einzigen

Verſteinerung weſentlich umgeſtaltet worden. Da wir aber wirklich von ſehr vielen wichtigen Petrefakten nur ſehr wenige Exemplare oder nur Bruchſtücke kennen, ſo muß auch aus dieſem Grunde die paläontologiſche Urkunde höchſt unvollſtändig ſein.

Eine weitere und ſehr empfindliche Lücke derſelben iſt durch den Umſtand bedingt, daß die Zwiſchenformen, welche die verſchiedenen Arten verbinden, in der Regel nicht erhalten ſind, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieſelben (nach dem Prinzip der Divergenz des Charakters) im Kampfe um's Daſein ungünſtiger geſtellt waren, als die am meiſten divergirenden Varietäten, die ſich aus einer und derſelben Stammform entwickelten. Die Zwiſchenglieder ſind im Ganzen immer raſch ausgeſtorben und haben ſich nur ſelten vollſtändig erhalten. Die am ſtärkſten divergirenden Formen dagegen konnten ſich längere Zeit hindurch als ſelbſtſtändige Arten am Leben erhalten, ſich in zahlreichen Individuen ausbreiten und demnach auch leichter verſteinert werden. Dadurch iſt jedoch nicht ausgeſchloſſen, daß nicht in vielen Fällen auch die verbindenden Zwiſchenformen der Arten ſich ſo vollſtändig verſteinert erhielten, daß ſie noch gegenwärtig die ſyſtematiſchen Paläontologen in die größte Verlegenheit verſetzen und endloſe Streitigkeiten über die ganz willkürlichen Grenzen der Species hervorrufen.

Ein ausgezeichnetes Beiſpiel der Art liefert die berühmte vielgeſtaltige Süßwaſſerſchnecke aus dem Stubenthal bei Steinheim in Würtemberg, welche bald als Paludina, bald als Valvata, bald als Planorbis multiformis beſchrieben worden iſt. Die ſchneeweißen Schalen dieſer kleinen Schnecke ſetzen mehr als die Hälfte von der ganzen Maſſe eines tertiären Kalkhügels zuſammen, und offenbaren dabei an dieſer einen Lokalität eine ſolche wunderbare Formen-Mannichfaltigkeit, daß man die am meiſten divergirenden Extreme als wenigſtens zwanzig ganz verſchiedene Arten beſchreiben und dieſe ſogar in vier ganz verſchiedene Gattungen verſetzen könnte. Aber alle dieſe extremen Formen ſind durch ſo maſſenhafte verbindende Zwiſchenformen verknüpft, und dieſe liegen ſo geſetzmäßig

über und neben einander, daß Hilgendorf daraus auf das Klarſte den Stammbaum der ganzen Formengruppe entwickeln konnte. Ebenſo finden ſich bei ſehr vielen anderen foſſilen Arten (z. B. vielen Ammoniten, Terebrateln, Seeigeln, Seelilien u. ſ. w.) die verknüpfenden Zwiſchenformen in ſolcher Maſſe, daß ſie die „foſſilen Specieskrämer“ zur Verzweiflung bringen.

Wenn Sie nun alle vorher angeführten Verhältniſſe erwägen, deren Reihe ſich leicht noch vermehren ließe, ſo werden Sie ſich nicht darüber wundern, daß der natürliche Schöpfungsbericht oder die Schöpfungsurkunde, wie ſie durch die Verſteinerungen gebildet wird, ganz außerordentlich lückenhaft und unvollſtändig iſt. Aber dennoch haben die wirklich gefundenen Verſteinerungen den größten Werth. Ihre Bedeutung für die natürliche Schöpfungsgeſchichte iſt nicht geringer als die Bedeutung, welche die berühmte Inſchrift von Roſette und das Decret von Kanopus für die Völkergeſchichte, für die Archäologie und Philologie beſitzen. Wie es durch dieſe beiden uralten Inſchriften möglich wurde, die Geſchichte des alten Egyptens außerordentlich zu erweitern, und die ganze Hieroglyphenſchrift zu entziffern, ſo genügen uns in vielen Fällen einzelne Knochen eines Thieres oder unvollſtändige Abdrücke einer niederen Thier- oder Pflanzenform, um die wichtigſten Anhaltspunkte für die Geſchichte einer ganzen Gruppe und die Erkenntniß ihres Stammbaums zu gewinnen. Ein paar kleine Backzähne, die in der Keuper-Formation der Trias gefunden wurden, haben für ſich allein den ſicheren Beweis geliefert, daß ſchon in der Triaszeit Säugethiere exiſtirten.

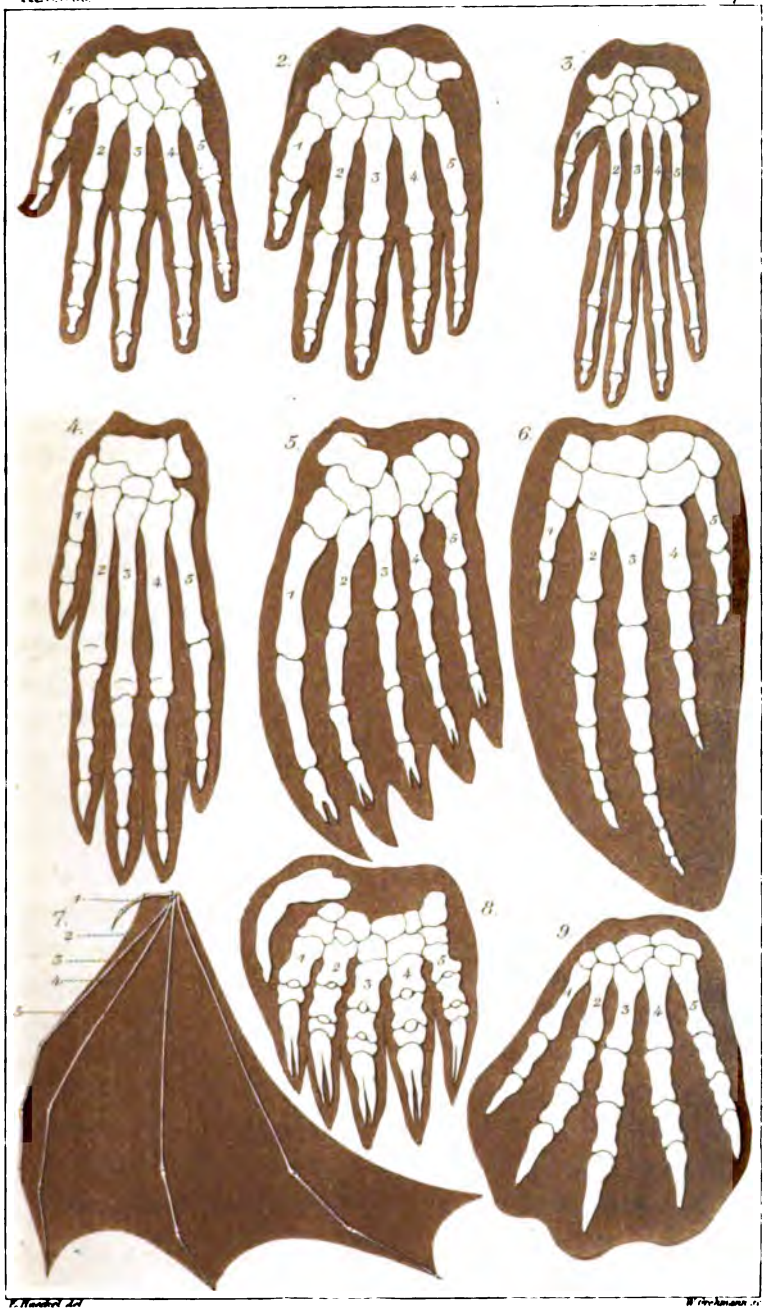
Von der Unvollkommenheit des geologiſchen Schöpfungsberichtes ſagt Darwin, in Uebereinſtimmung mit Lyell, dem größten aller jetzt lebenden Geologen: „Der natürliche Schöpfungsbericht, wie ihn die Paläontologie liefert, iſt eine Geſchichte der Erde, unvollſtändig erhalten und in wechſelnden Dialekten geſchrieben, wovon aber nur der letzte, bloß auf einige Theile der Erdoberfläche ſich beziehende Band bis auf uns gekommen iſt. Doch auch von dieſem Bande iſt nur hie und da ein kurzes Kapitel erhalten, und von je-

der Seite sind nur da und dort einige Zeilen übrig. Jedes Wort der langsam wechselnden Sprache dieser Beschreibung, mehr oder weniger verschieden in der ununterbrochenen Reihenfolge der einzelnen Abschnitte, mag den anscheinend plötzlich wechselnden Lebensformen entsprechen, welche in den unmittelbar auf einander liegenden Schichten unserer weit von einander getrennten Formationen begraben liegen."

Wenn Sie diese außerordentliche Unvollständigkeit der paläontologischen Urkunde sich beständig vor Augen halten, so wird es Ihnen nicht wunderbar erscheinen, daß wir noch auf so viele unsichere Hypothesen angewiesen sind, wenn wir wirklich den Stammbaum der verschiedenen organischen Gruppen entwerfen wollen. Jedoch besitzen wir glücklicher Weise außer den Versteinerungen auch noch andere Urkunden für die Stammesgeschichte der Organismen, welche in vielen Fällen von nicht geringerem und in manchen sogar von viel höherem Werthe sind als die Petrefakten. Die bei weitem wichtigste von diesen anderen Schöpfungsurkunden ist ohne Zweifel die Ontogenie oder die Entwickelungsgeschichte des organischen Individuums (Embryologie und Metamorphologie). Diese wiederholt uns kurz in großen, markigen Zügen das Bild der Formenreihe, welche die Vorfahren des betreffenden Individuums von der Wurzel ihres Stammes an durchlaufen haben. Indem wir diese paläontologische Entwickelungsgeschichte der Vorfahren als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichneten, konnten wir das höchst wichtige biogenetische Grundgesetz aussprechen: „Die Ontogenie ist eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Recapitulation der Phylogenie." Indem jedes Thier und jedes Gewächs vom Beginn seiner individuellen Existenz an eine Reihe von ganz verschiedenen Formzuständen durchläuft, deutet es uns in schneller Folge und in allgemeinen Umrissen die lange und langsam wechselnde Reihe von Formzuständen an, welche seine Ahnen seit den ältesten Zeiten durchlaufen haben (Gen. Morph. II, 6, 110, 300).

Allerdings iſt die Skizze, welche uns die Ontogenie der Organismen von ihrer Phylogenie giebt, in den meiſten Fällen mehr oder weniger verwiſcht, und zwar um ſo mehr, je mehr die Anpaſſung im Laufe der Zeit das Uebergewicht über die Vererbung erlangt hat, und je mächtiger das Geſetz der abgekürzten Vererbung und das Geſetz der wechſelbezüglichen Anpaſſung eingewirkt haben. Allein dadurch wird der hohe Werth nicht vermindert, welchen die wirklich treu erhaltenen Züge jener Skizze beſitzen. *Beſonders für die Erkenntniß der früheſten paläontologiſchen Entwickelungszuſtände iſt die Ontogenie von ganz unſchätzbarem Werthe*, weil gerade von den älteſten Entwickelungszuſtänden der Stämme und Klaſſen uns gar keine verſteinerten Reſte erhalten worden ſind und auch ſchon wegen der weichen und zarten Körperbeſchaffenheit derſelben nicht erhalten bleiben konnten. Keine Verſteinerung könnte uns von der unſchätzbar wichtigen Thatſache berichten, welche die Ontogenie uns erzählt, daß die älteſten gemeinſamen Vorfahren aller verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten ganz einfache Zellen, gleich den Eiern waren. Keine Verſteinerung könnte uns die unendlich werthvolle, durch die Ontogenie feſtgeſtellte Thatſache beweiſen, daß durch einfache Vermehrung, Gemeindebildung und Arbeitstheilung jener Zellen die unendlich mannichfaltigen Körperformen der vielzelligen Organismen entſtanden. So hilft uns die Ontogenie über viele und große Lücken der Paläontologie hinweg.

Zu den unſchätzbaren Schöpfungsurkunden der Paläontologie und Ontogenie geſellen ſich nun drittens die nicht minder wichtigen Zeugniſſe für die Blutsverwandtſchaft der Organismen, welche uns die *vergleichende Anatomie* liefert. Wenn äußerlich ſehr verſchiedene Organismen in ihrem inneren Bau nahezu übereinſtimmen, ſo können Sie daraus mit Sicherheit ſchließen, daß dieſe Uebereinſtimmung ihren Grund in der Vererbung, jene Ungleichheit dagegen ihren Grund in der Anpaſſung hat. Betrachten Sie z. B. vergleichend die Hände oder Vorderpfoten der neun verſchiedenen Säugethiere, welche auf der gegenüberſtehenden Tafel IV abgebildet ſind, und bei



1. Mensch. 2. Gorilla. 3. Orang. 4. Hund. 5. Seehund. 6. Delphin. 7. Fledermaus. 8. Maulwurf. 9. Schnabelthier.

denen das knöcherne Skelet-Gerüst im Innern der Hand und der fünf Finger sichtbar ist. Ueberall finden sich bei der verschiedensten äußeren Form dieselben Knochen in derselben Zahl, Lagerung und Verbindung wieder. Daß die Hand des Menschen (Fig. 1) von derjenigen seiner nächsten Verwandten, des Gorilla (Fig. 2) und des Orang (Fig. 3) sehr wenig verschieden ist, wird vielleicht sehr natürlich erscheinen. Wenn aber auch die Vorderpfote des Hundes (Fig. 4), sowie die Brustflosse (die Hand) des Seehundes (Fig. 5) und des Delphins (Fig. 6) ganz denselben wesentlichen Bau zeigt, so wird dies schon mehr überraschen. Und noch wunderbarer wird es Ihnen vorkommen, daß auch der Flügel der Fledermaus (Fig. 7), die Grabschaufel des Maulwurfs (Fig. 8) und der Vorderfuß des unvollkommensten aller Säugethiere, des Schnabelthiers (Fig. 9) ganz aus denselben Knochen zusammengesetzt ist. Nur die Größe und Form der Knochen ist vielfach geändert. Die Zahl und die Art ihrer Anordnung und Verbindung ist dieselbe geblieben. (Vergl. auch die Erklärung der Taf. IV im Anhang.) Es ist ganz undenkbar, daß irgend eine andere Ursache als die gemeinschaftliche Vererbung von gemeinsamen Stammeltern diese wunderbare Homologie oder Gleichheit im wesentlichen inneren Bau bei so verschiedener äußerer Form verursacht habe. Und wenn Sie nun im System von den Säugethieren weiter hinuntersteigen, und finden, daß sogar bei den Vögeln die Flügel, bei den Reptilien und Amphibien die Vorderfüße, wesentlich in derselben Weise aus denselben Knochen zusammengesetzt sind, wie die Arme des Menschen und die Vorderbeine der übrigen Säugethiere, so können Sie schon daraus auf die gemeinsame Abstammung aller dieser Wirbelthiere mit voller Sicherheit schließen. Der Grad der inneren Formverwandtschaft enthüllt Ihnen hier, wie überall, den Grad der Blutsverwandtschaft.

Sechzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Protiſtenreichs.

Specielle Durchführung der Deſcendenztheorie in dem natürlichen Syſtem der Organismen. Konſtruktion der Stammbäume. Abſtammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abſtammung der Zellen von Moneren. Begriff der organiſchen Stämme oder Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletiſche und vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe. Das Reich der Protiſten oder Urweſen. Acht Klaſſen des Protiſtenreichs. Moneren. Amöboiden oder Protoplaſten. Geißelſchwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Katallakten. Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen. Kieſelzellen oder Diatomeen. Schleimpilze oder Myxomyceten. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeſchichte der Protiſten: Ihre Lebenserſcheinungen, chemiſche Zuſammenſetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protiſtenreichs.

Meine Herren! Durch die denkende Vergleichung der individuellen und paläontologiſchen Entwickelung, ſowie durch die vergleichende Anatomie der Organismen, durch die vergleichende Betrachtung ihrer entwickelten Formverhältniſſe, gelangen wir zur Erkenntniß ihrer ſtufenweis verſchiedenen Formverwandtſchaft. Dadurch gewinnen wir aber zugleich einen Einblick in ihre wahre Blutsverwandtſchaft, welche nach der Deſcendenztheorie der eigentliche Grund der Formverwandtſchaft iſt. Wir gelangen alſo, indem wir die empiriſchen Reſultate der Embryologie, Paläontologie und Anatomie zuſammenſtellen, vergleichen, und zur gegenſeitigen Ergänzung benutzen, zur annähernden Erkenntniß des natürlichen Syſtems, welches nach

unserer Ansicht der Stammbaum der Organismen ist. Allerdings bleibt unser menschliches Wissen, wie überall, so ganz besonders hier, nur Stückwerk, schon wegen der außerordentlichen Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit der empirischen Schöpfungsurkunden. Indessen dürfen wir uns dadurch nicht abschrecken lassen, jene höchste Aufgabe der Biologie in Angriff zu nehmen. Lassen Sie uns vielmehr sehen, wie weit es schon jetzt möglich ist, trotz des unvollkommenen Zustandes unserer embryologischen, paläontologischen und anatomischen Kenntnisse, eine annähernde Hypothese von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang der Organismen aufzustellen.

Darwin giebt uns in seinen Werken auf diese speciellen Fragen der Descendenztheorie keine Antwort. Er äußert nur gelegentlich seine Vermuthung, „daß die Thiere von höchstens vier oder fünf, und die Pflanzen von eben so vielen oder noch weniger Stammarten herrühren." Da aber auch diese wenigen Hauptformen noch Spuren von verwandtschaftlicher Verkettung zeigen, und da selbst Pflanzen- und Thierreich durch vermittelnde Uebergangsformen verbunden sind, so gelangt er weiterhin zu der Annahme, „daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen." Gleich Darwin haben auch alle anderen Anhänger der Descendenztheorie dieselbe bloß im Allgemeinen behandelt, und nicht den Versuch gemacht, sie auch speciell durchzuführen, und das „natürliche System" wirklich als „Stammbaum der Organismen" zu behandeln. Wenn wir daher hier dieses schwierige Unternehmen wagen, so müssen wir uns ganz auf unsere eigenen Füße stellen.

Ich habe 1866 in der systematischen Einleitung zu meiner allgemeinen Entwickelungsgeschichte (im zweiten Bande der generellen Morphologie) eine Anzahl von hypothetischen Stammtafeln für die größeren Organismengruppen aufgestellt, und damit thatsächlich den ersten Versuch gemacht, die Stammbäume der Organismen in der Weise, wie es die Entwickelungstheorie erfordert, wirklich zu konstruiren. Dabei war ich mir der außerordentlichen Schwierigkeiten

dieſer Aufgabe vollkommen bewußt. Indem ich trotz aller abſchreckenden Hinderniſſe dieſelbe dennoch in Angriff nahm, beanſpruchte ich weiter Nichts, als den erſten Verſuch gemacht und zu weiteren und beſſeren Verſuchen angeregt zu haben. Vermuthlich werden die meiſten Zoologen und Botaniker von dieſem Anfang ſehr wenig befriedigt geweſen ſein, und am wenigſten in dem engen Specialgebiete, in welchem ein Jeder beſonders arbeitet. Allein wenn irgendwo, ſo iſt gewiß hier das Tadeln viel leichter als das Beſſermachen, und daß bisher noch kein Naturforſcher meine Stammbäume durch beſſere oder überhaupt durch andere erſetzt hat, beweiſt am beſten die ungeheure Schwierigkeit der unendlich verwickelten Aufgabe. Aber gleich allen anderen wiſſenſchaftlichen Hypotheſen, welche zur Erklärung der Thatſachen dienen, werden auch meine genealogiſchen Hypotheſen ſo lange auf Berückſichtigung Anſpruch machen dürfen, bis ſie durch beſſere erſetzt werden.

Hoffentlich wird dieſer Erſatz recht bald geſchehen, und ich wünſchte Nichts mehr, als daß mein erſter Verſuch recht viele Naturforſcher anregen möchte, wenigſtens auf dem engen, ihnen genau bekannten Specialgebiete des Thier- oder Pflanzenreichs die genaueren Stammbäume für einzelne Gruppen aufzuſtellen. Durch zahlreiche derartige Verſuche wird unſere genealogiſche Erkenntniß im Laufe der Zeit langſam fortſchreiten, und mehr und mehr der Vollendung näher kommen, obwohl mit Beſtimmtheit vorauszuſehen iſt, daß ein vollendeter Stammbaum niemals wird erreicht werden. Es fehlen uns und werden uns immer fehlen die unerläßlichen paläontologiſchen Grundlagen. Die älteſten Urkunden werden uns ewig verſchloſſen bleiben aus den früher bereits angeführten Urſachen. Die älteſten, durch Urzeugung entſtandenen Organismen, die Stammeltern aller folgenden, müſſen wir uns nothwendig als Moneren denken, als einfache weiche ſtrukturloſe Eiweißklümpchen, ohne jede beſtimmte Form, ohne irgend welche harte und geformte Theile. Dieſe und ihre nächſten Abkömmlinge waren daher der Erhaltung im verſteinerten Zuſtande durchaus nicht fähig. Ebenſo fehlt uns aber aus den im letzten Vortrage aus-

führlich erörterten Gründen der bei weitem größte Theil von den zahlloſen paläontologiſchen Dokumenten, die zur ſicheren Durchführung der Stammesgeſchichte oder Phylogenie, und zur wahren Erkenntniß der organiſchen Stammbäume eigentlich erforderlich wären. Wenn wir daher das Wagniß ihrer hypothetiſchen Konſtruktion dennoch unternehmen, ſo ſind wir vor Allem auf die Unterſtützung der beiden anderen Urkundenreihen hingewieſen, welche das paläontologiſche Archiv in weſentlichſter Weiſe ergänzen, der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Ziehen wir dieſe höchſt werthvollen Urkunden gehörig denkend und vergleichend zu Rathe, ſo machen wir zunächſt die außerordentlich bedeutungsvolle Wahrnehmung, daß die allermeiſten Organismen, insbeſondere alle höheren Thiere und Pflanzen, aus einer Vielzahl von Zellen zuſammengeſetzt ſind, ihren Urſprung aber aus einem Ei nehmen, und daß dieſes Ei bei den Thieren ebenſo wie bei den Pflanzen eine einzige ganz einfache Zelle iſt: ein Klümpchen einer Eiweißverbindung, in welchem ein anderer eiweißartiger Körper, der Zellkern, eingeſchloſſen iſt. Dieſe kernhaltige Zelle wächſt und vergrößert ſich. Durch Theilung bildet ſich ein Zellenhäufchen, und aus dieſem entſtehen durch Arbeitstheilung in der früher beſchriebenen Weiſe die vielfach verſchiedenen Formen, welche die ausgebildeten Thier- und Pflanzenarten uns vor Augen führen. Dieſer unendlich wichtige Vorgang, welchen wir alltäglich bei der embryologiſchen Entwickelung jedes thieriſchen und pflanzlichen Individuums mit unſeren Augen Schritt für Schritt unmittelbar verfolgen können, und welchen wir in der Regel durchaus nicht mit der verdienten Ehrfurcht betrachten, belehrt uns ſicherer und vollſtändiger, als alle Verſteinerungen es thun könnten, über die urſprüngliche paläontologiſche Entwickelung aller mehrzelligen Organismen, aller höheren Thiere und Pflanzen. Denn da die Ontogenie oder die embryologiſche Entwickelung jedes einzelnen Individuums nichts weiter iſt, als ein kurzer Auszug der Phylogenie, eine Recapitulation der paläontologiſchen Entwickelung ſeiner Vorfahrenkette, ſo können wir daraus zunächſt mit voller Sicherheit den ebenſo

einfachen als bedeutenden Schluß ziehen, daß alle mehrzelligen Thiere und Pflanzen urſprünglich von einzelligen Organismen abſtammen. Die uralten primordialen Vorfahren des Menſchen ſo gut wie aller anderen Thiere und aller aus vielen Zellen zuſammengeſetzten Pflanzen waren einfache, iſolirt lebende Zellen. Dieſes unſchätzbare Geheimniß des organiſchen Stammbaumes wird uns durch das Ei der Thiere und durch die wahre Eizelle der Pflanzen mit untrüglicher Sicherheit verrathen. Wenn die Gegner der Deſcendenztheorie uns entgegenhalten, es ſei wunderbar und unbegreiflich, daß ein äußerſt complicirter vielzelliger Organismus aus einem einfachen einzelligen Organismus im Laufe der Zeit hervorgegangen ſei, ſo entgegnen wir einfach, daß wir dieſes unglaubliche Wunder jeden Augenblick demonſtriren und mit unſeren Augen verfolgen können. Denn die Embryologie der Thiere und Pflanzen führt uns in kürzeſter Zeit denſelben Vorgang greifbar vor Augen, welcher im Laufe ungeheurer Zeiträume bei der Entſtehung des ganzen Stammes ſtattgefunden hat.

Auf Grund der embryologiſchen Urkunden können wir alſo mit voller Sicherheit behaupten, daß alle mehrzelligen Organismen eben ſo gut wie alle einzelligen urſprünglich von einfachen Zellen abſtammen; hieran würde ſich ſehr natürlich der Schluß reihen, daß die älteſte Wurzel des Thier- und Pflanzenreichs gemeinſam iſt. Denn die verſchiedenen uralten „Stammzellen", aus denen ſich die wenigen verſchiedenen Hauptgruppen oder „Stämme" (Phylen) des Thier- und Pflanzenreichs entwickelt haben, könnten ihre Verſchiedenheit ſelbſt erſt erworben haben, und könnten ſelbſt von einer gemeinſamen „Urſtammzelle" abſtammen. Wo kommen aber jene wenigen „Stammzellen" oder dieſe eine „Urſtammſtelle" her? Zur Beantwortung dieſer genealogiſchen Grundfrage müſſen wir auf die früher erörterte Plaſtidentheorie und die Urzeugungshypotheſe zurückgreifen. (S. 349.)

Wie wir damals zeigten, können wir uns durch Urzeugung unmittelbar nicht Zellen entſtanden denken, ſondern nur Moneren Urweſen der denkbar einfachſten Art, gleich den noch jetzt lebenden Protamoeben, Protomyxen u. ſ. w. (S. 167, Fig. 1). Nur ſolche

ſtrukturloſe Schleimkörperchen, deren ganzer eiweißartiger Leib ſo gleichartig in ſich wie ein anorganiſcher Kryſtall iſt, und die dennoch die beiden organiſchen Grundfunktionen der Ernährung und Fortpflanzung vollziehen, konnten unmittelbar im Beginn der laurentiſchen Zeit aus anorganiſcher Materie durch Autogonie entſtehen. Während einige Moneren auf der urſprünglichen einfachen Bildungsſtufe verharrten, bildeten ſich andere allmählich zu Zellen um, indem der innere Kern des Eiweißleibes ſich von dem äußeren Zellſtoff ſonderte. Andererſeits bildete ſich durch Differenzirung der äußerſten Zellſtoffſchicht ſowohl um einfache (kernloſe) Cytoden, als um nackte (aber kernhaltige) Zellen eine äußere Hülle (Membran oder Schale). Durch dieſe beiden Sonderungsvorgänge in dem einfachen Urſchleim des Monerenleibes, durch die Bildung eines Kerns im Inneren, einer Hülle an der äußeren Oberfläche des Plasmakörpers, entſtanden aus den urſprünglichen einfachſten Cytoden, den Moneren, jene vier verſchiedenen Arten von Plaſtiden oder Individuen erſter Ordnung, aus denen weiterhin alle übrigen Organismen durch Differenzirung und Zuſammenſetzung ſich entwickeln konnten. (Vergl. oben S. 308.)

Hier wird ſich Ihnen nun zunächſt die Frage aufdrängen: Stammen alle organiſchen Cytoden und Zellen, und mithin auch jene Stammzellen, welche wir vorher als die Stammeltern der wenigen großen Hauptgruppen des Thier- und Pflanzenreichs betrachtet haben, von einer einzigen urſprünglichen Monerenform ab, oder giebt es mehrere verſchiedene organiſche Stämme, deren jeder von einer eigenthümlichen, ſelbſtſtändig durch Urzeugung entſtandenen Monerenart abzuleiten iſt. Mit anderen Worten: *Iſt die ganze organiſche Welt gemeinſamen Urſprungs, oder verdankt ſie mehrfachen Urzeugungsakten ihre Entſtehung?* Dieſe genealogiſche Grundfrage ſcheint auf den erſten Blick ein außerordentliches Gewicht zu haben. Indeſſen werden Sie bei näherer Betrachtung bald ſehen, daß ſie daſſelbe nicht beſitzt, vielmehr im Grunde von ſehr untergeordneter Bedeutung iſt.

Laſſen Sie uns hier zunächſt den *Begriff des organiſchen*

Stammes näher in's Auge faſſen und feſt begrenzen. Wir verſtehen unter Stamm oder Phylum die Geſammtheit aller derjenigen Organismen, deren Blutsverwandtſchaft, deren Abſtammung von einer gemeinſamen Stammform aus anatomiſchen und entwickelungsgeſchichtlichen Gründen nicht zweifelhaft ſein kann, oder doch wenigſtens in hohem Maße wahrſcheinlich iſt. Unſere Stämme oder Phylen fallen alſo weſentlich dem Begriffe nach zuſammen mit jenen wenigen „großen Klaſſen" oder „Hauptklaſſen", von denen auch Darwin glaubt, daß eine jede nur blutsverwandte Organismen enthält, und von denen er ſowohl im Thierreich als im Pflanzenreich nur ſehr wenige, in jedem Reiche etwa vier bis fünf annimmt. Im Thierreich würden dieſe Stämme im Weſentlichen mit jenen vier bis ſieben Hauptabtheilungen zuſammenfallen, welche die Zoologen ſeit Bär und Cuvier als „Hauptformen, Generalpläne, Zweige oder Kreiſe" des Thierreichs unterſcheiden. (Vergl. S. 48.) Bär und Cuvier unterſchieden deren nur vier, nämlich 1. die Wirbelthiere (Vertebrata); 2. die Gliederthiere (Articulata); 3. die Weichthiere (Mollusca) und 4. die Strahlthiere (Radiata). Gegenwärtig unterſcheidet man gewöhnlich ſieben, indem man den Stamm der Gliederthiere in die beiden Stämme der Gliederfüßer (Arthropoda) und der Würmer (Vermes) trennt, und ebenſo den Stamm der Strahlthiere in die drei Stämme der Sternthiere (Echinoderma), der Pflanzenthiere (Zoophyta) und der Urthiere (Protozoa) zerlegt. Innerhalb jedes der ſieben Stämme zeigen alle dazu gehörigen Thiere trotz großer Mannichfaltigkeit in der äußeren Form und im innern Bau dennoch ſo zahlreiche und wichtige gemeinſame Grundzüge, daß wir an ihrer Blutsverwandtſchaft nicht zweifeln können. Daſſelbe gilt auch von den ſechs großen Hauptklaſſen, welche die neuere Botanik im Pflanzenreiche unterſcheidet, nämlich 1. die Blumenpflanzen (Phanerogamae); 2. die Farne (Filicinae); 3. die Moſe (Muscinae); 4. die Flechten (Lichenes); 5. die Pilze (Fungi) und 6. die Tange (Algae). Die letzten drei Gruppen zeigen ſelbſt wiederum unter ſich ſo nahe Beziehungen, daß man ſie als Thalluspflanzen (Thallo-

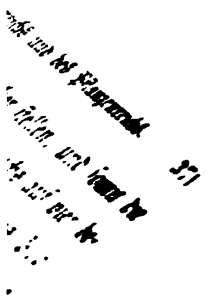
phyta) den drei ersten Hauptklassen gegenüber stellen, und somit die Zahl der Phylen oder Hauptgruppen des Pflanzenreichs auf vier beschränken könnte. Auch Moose und Farne könnte man als Prothallospflanzen (Prothallota) zusammenfassen und dadurch die Zahl der Pflanzenstämme auf drei erniedrigen: Blumenpflanzen, Prothallospflanzen und Thallospflanzen.

Nun sprechen aber sehr gewichtige Thatsachen der Anatomie und der Entwickelungsgeschichte sowohl im Thierreich als im Pflanzenreich für die Vermuthung, daß auch diese wenigen Hauptklassen oder Stämme noch an ihrer Wurzel zusammenhängen, d. h. daß ihre niedersten und ältesten Stammformen unter sich wiederum blutsverwandt sind. Ja bei weiter gehender Untersuchung werden wir noch einen Schritt weiter und zu Darwin's Annahme hingedrängt, daß auch die beiden Stammbäume des Thier- und Pflanzenreichs an ihrer tiefsten Wurzel zusammenhängen, daß auch die niedersten und ältesten Thiere und Pflanzen von einem einzigen gemeinsamen Urwesen abstammen. Natürlich könnte nach unserer Ansicht dieser gemeinsame Urorganismus nur ein durch Urzeugung entstandenes Moner sein.

Vorsichtiger werden wir vorläufig jedenfalls verfahren, wenn wir diesen letzten Schritt noch vermeiden, und wahre Blutsverwandtschaft nur innerhalb jedes Stammes oder Phylum annehmen, wo sie durch die Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie unzweifelhaft sicher gestellt wird. Aber schon jetzt können wir bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß zwei verschiedene Grundformen der genealogischen Hypothesen möglich sind, und daß alle verschiedenen Untersuchungen der Descendenztheorie über den Ursprung der organischen Formengruppen sich künftig entweder mehr in der einen oder mehr in der andern von diesen beiden Richtungen bewegen werden. Die einheitliche (einstämmige oder monophyletische) Abstammungshypothese wird bestrebt sein, den ersten Ursprung sowohl aller einzelnen Organismengruppen als auch der Gesammtheit derselben auf eine einzige gemeinsame, durch Urzeugung entstandene Monerenart zurückzuführen (S. 398). Die vielheitliche (viel-

ſtämmige oder polyphyletiſche) Deſcendenzhypotheſe dagegen wird annehmen, daß mehrere verſchiedene Monerenarten durch Urzeugung entſtanden ſind, und daß dieſe mehreren verſchiedenen Hauptklaſſen (Stämmen oder Phylen) den Urſprung gegeben haben (S. 399). Im Grunde iſt der ſcheinbar ſehr bedeutende Gegenſatz zwiſchen dieſen beiden Hypotheſen von ſehr geringer Wichtigkeit. Dieſe beiden, ſowohl die einheitliche oder monophyletiſche, als die vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe, müſſen nothwendig auf Moneren als auf die älteſte Wurzel des einen oder der vielen organiſchen Stämme zurückgehen. Da aber der ganze Körper aller Moneren nur aus einer einfachen, ſtrukturloſen und formloſen Maſſe, einer eiweißartigen Kohlenſtoffverbindung beſteht, ſo können die Unterſchiede der verſchiedenen Moneren nur chemiſcher Natur ſein und nur in einer verſchiedenen atomiſtiſchen Zuſammenſetzung jener ſchleimartigen Eiweißverbindung beſtehen. Dieſe feinen und verwickelten Miſchungsverſchiedenheiten der unendlich mannichfaltig zuſammengeſetzten Eiweißverbindungen ſind aber vorläufig für die rohen und groben Erkenntnißmittel des Menſchen gar nicht erkennbar, und daher auch für unſere vorliegende Aufgabe zunächſt von weiter keinem Intereſſe.

Die Frage von dem einheitlichen oder vielheitlichen Urſprung wird ſich auch innerhalb jedes einzelnen Stammes immer wiederholen, wo es ſich um den Urſprung einer kleineren oder größeren Gruppe handelt. Im Pflanzenreiche z. B. werden die einen Botaniker mehr geneigt ſein, die ſämmtlichen Blumenpflanzen von einer einzigen Farnform abzuleiten, während die andern die Vorſtellung vorziehen werden, daß mehrere verſchiedene Phanerogamengruppen aus mehreren verſchiedenen Farngruppen hervorgegangen ſind. Ebenſo werden im Thierreiche die einen Zoologen mehr zu Gunſten der Annahme ſein, daß ſämmtliche placentalen Säugethiere von einer einzigen Beutelthierform abſtammen, die andern dagegen mehr zu Gunſten der entgegengeſetzten Annahme, daß mehrere verſchiedene Gruppen von Placentalthieren aus mehreren verſchiedenen Beutelthiergruppen hervorgegangen ſind. Was das Menſchengeſchlecht ſelbſt betrifft, ſo werden die Einen



lben aus einer einzigen Affenform vorziehen, wäh-
mehr zu der Vorſtellung neigen werden, daß
chenarten unabhängig von einander aus meh-
n entſtanden ſind. Ohne uns hier ſchon
. andere Auffaſſung auszuſprechen, wol-
rkung nicht unterdrücken, daß im Allgemei-
nigen oder monophyletiſchen Deſcen-
en mehr innere Wahrſcheinlichkeit beſitzen,
elſtämmigen oder polyphyletiſchen Abſtam-
ohypotheſen. Der früher erörterte chorologiſche Satz von
n einfachen „Schöpfungsmittelpunkte“ oder der einzigen Urhei-
math der meiſten Species führt zu der Annahme, daß auch die Stammform einer jeden größeren und kleineren natürlichen Gruppe nur einmal im Laufe der Zeit und nur an einem Orte der Erde entſtanden iſt. Insbeſondere darf man für alle einigermaßen differenzirten und höher entwickelten Gruppen des Thier- und Pflanzenreichs dieſe einfache Stammeswurzel, dieſen monophyletiſchen Urſprung als geſichert annehmen (vergl. S. 313). Dagegen iſt es ſehr wohl möglich, daß die entwickeltere Deſcendenztheorie der Zukunft den polyphyletiſchen Urſprung für viele ſehr niedere und unvollkommene Gruppen der beiden organiſchen Reiche nachweiſen wird.

Aus dieſem Grunde nehme ich gegenwärtig für das Thierreich einerſeits, für das Pflanzenreich andrerſeits eine einſtämmige oder monophyletiſche Deſcendenz an. Hiernach würden alſo die oben genannten ſieben Stämme oder Phylen des Thierreichs an ihrer unterſten Wurzel zuſammenhängen, und ebenſo die erwähnten drei bis ſechs Hauptklaſſen oder Phylen des Pflanzenreichs von einer gemeinſamen älteſten Stammform abzuleiten ſein. Wie der Zuſammenhang dieſer Stämme zu denken iſt, werde ich in den nächſten Vorträgen erläutern. Zunächſt aber müſſen wir uns hier noch mit einer ſehr merkwürdigen Gruppe von Organismen beſchäftigen, welche weder in den Stammbaum des Pflanzenreichs, noch in den Stammbaum des

Thierreichs ohne künſtlichen Zwang eingereiht werden können. Dieſe intereſſanten und wichtigen Organismen ſind die Urweſen oder Protiſten.

Sämmtliche Organismen, welche wir als Protiſten zuſammenfaſſen, zeigen in ihrer äußeren Form, in ihrem inneren Bau und in ihren geſammten Lebenserſcheinungen eine ſo merkwürdige Miſchung von thieriſchen und pflanzlichen Eigenſchaften, daß ſie mit klarem Rechte weder dem Thierreiche, noch dem Pflanzenreiche zugetheilt werden können, und daß ſeit mehr als zwanzig Jahren ein endloſer und fruchtloſer Streit darüber geführt wird, ob ſie in jenes oder in dieſes einzuordnen ſeien. Die meiſten Protiſten oder Urweſen ſind von ſo geringer Größe, daß man ſie mit bloßem Auge gar nicht wahrnehmen kann. Daher iſt die Mehrzahl derſelben erſt im Laufe der letzten fünfzig Jahre bekannt geworden, ſeit man mit Hülfe der verbeſſerten und allgemein verbreiteten Mikroſkope dieſe winzigen Organismen häufiger beobachtete und genauer unterſuchte. Aber ſobald man dadurch näher mit ihnen vertraut wurde, erhoben ſich auch alsbald unaufhörliche Streitigkeiten über ihre eigentliche Natur und ihre Stellung im natürlichen Syſteme der Organismen. Viele von dieſen zweifelhaften Urweſen wurden von den Botanikern für Thiere, von den Zoologen für Pflanzen erklärt; es wollte ſie keiner von Beiden haben. Andere wurden umgekehrt ſowohl von den Botanikern für Pflanzen, als von den Zoologen für Thiere erklärt; Jeder wollte ſie haben. Dieſe Widerſprüche ſind nicht etwa durch unſere unvollkommene Kenntniß der Protiſten, ſondern wirklich durch die Natur dieſer Weſen bedingt. In der That zeigen die meiſten Protiſten eine ſo bunte Vermiſchung von mancherlei thieriſchen und pflanzlichen Charakteren, daß es lediglich der Willkür des einzelnen Beobachters überlaſſen bleibt, ob er ſie dem Thier- oder Pflanzenreich einreihen will. Je nachdem er dieſe beiden Reiche definirt, je nachdem er dieſen oder jenen Charakter als beſtimmend für die Thiernatur oder für die Pflanzennatur anſieht, wird er die einzelnen Protiſtenklaſſen bald dem Thierreiche, bald dem Pflanzenreiche zuertheilen. Dieſe ſyſtematiſche Schwierigkeit iſt aber dadurch

zu einem ganz unauflöslichen Knoten geworden, daß alle neueren Unterſuchungen über die niederſten Organismen die bisher angenommene ſcharfe Grenze zwiſchen Thier- und Pflanzenreich völlig verwiſcht, oder wenigſtens dergeſtalt zerſtört haben, daß ihre Wiederherſtellung nur mittelſt einer ganz künſtlichen Definition beider Reiche möglich iſt. Aber auch in dieſe Definition wollen viele Protiſten durchaus nicht hineinpaſſen.

Aus dieſen und vielen andern Gründen iſt es jedenfalls, wenigſtens vorläufig, das Beſte, die zweifelhaften Zwitterweſen ſowohl aus dem Thierreiche als aus dem Pflanzenreiche auszuweiſen, und in einem zwiſchen beiden mitten innеſtehenden dritten organiſchen Reiche zu vereinigen. Dieſes vermittelnde Zwiſchenreich habe ich als Reich der Urweſen (Protista) in meiner allgemeinen Anatomie (im erſten Bande der generellen Morphologie) ausführlich begründet (Gen. Morph. I, S. 191—238). In meiner Monographie der Moneren [15]) habe ich kürzlich daſſelbe in etwas veränderter Begrenzung und in ſchärferer Definition erläutert. Als ſelbſtſtändige Klaſſen des Protiſtenreichs kann man gegenwärtig etwa folgende acht Gruppen anſehen: 1. die gegenwärtig noch lebenden Moneren; 2. die Amoeboiden oder Loboſen; 3. die Geißelſchwärmer oder Flagellaten; 4. die Flimmerkugeln oder Katallakten; 5. die Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen; 6. die Kieſelzellen oder Diatomeen; 7. die Schleimpilze oder Myxomyceten; 8. die Wurzelfüßer oder Rhizopoden.

Die wichtigſten Gruppen, welche gegenwärtig in dieſen acht Protiſtenklaſſen unterſchieden werden können, ſind in der nachſtehenden ſyſtematiſchen Tabelle (S. 377) namentlich angeführt. Wahrſcheinlich wird die Anzahl dieſer Protiſten durch die fortſchreitenden Unterſuchungen über die Ontogenie der einfachſten Lebensformen, die erſt ſeit kurzer Zeit mit größerem Eifer betrieben werden, in Zukunft noch beträchtlich vermehrt werden. Mit den meiſten der genannten Klaſſen iſt man erſt in den letzten zehn Jahren genauer bekannt geworden. Die höchſt intereſſanten Moneren und Labyrinthuleen, ſowie die Katallakten, ſind ſogar erſt vor wenigen Jahren überhaupt entdeckt worden.

Wahrſcheinlich ſind auch ſehr zahlreiche Protiſtengruppen in früheren Perioden ausgeſtorben, ohne uns bei ihrer größtentheils ſehr weichen Körperbeſchaffenheit foſſile Reſte hinterlaſſen zu haben. Einen ſehr beträchtlichen Zuwachs würde unſer Protiſtenreich erhalten, wenn wir auch die formenreiche Klaſſe der Pilze (Fungi) an daſſelbe annectiren wollten. In der That weichen die Pilze durch ſo wichtige Eigenthümlichkeiten von den echten Pflanzen ab, daß man ſie ſchon mehrmals von dieſen letzteren ganz hat trennen wollen (vergl. S. 415). Nur proviſoriſch laſſen wir ſie hier im Pflanzenreich ſtehen.

Der Stammbaum des Protiſtenreichs iſt noch in das tiefſte Dunkel gehüllt. Die eigenthümliche Verbindung von thieriſchen und pflanzlichen Eigenſchaften, der indifferente und unbeſtimmte Charakter ihrer Formverhältniſſe und Lebenserſcheinungen, dabei andrerſeits eine Anzahl von mehreren, ganz eigenthümlichen Merkmalen, welche die meiſten der genannten Klaſſen ſcharf von den anderen trennen, vereiteln vorläufig noch jeden Verſuch, ihre Blutsverwandtſchaft untereinander, oder mit den niederſten Thieren einerſeits, mit den niederſten Pflanzen andrerſeits, beſtimmter zu erkennen. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die genannten und noch viele andere uns unbekannte Protiſtenklaſſen ganz ſelbſtſtändige organiſche Stämme oder Phylen darſtellen, deren jeder ſich aus einem, vielleicht ſogar aus mehreren, durch Urzeugung entſtandenen Moneren unabhängig entwickelt hat. Will man dieſer vielſtämmigen oder polyphyletiſchen Deſcendenzhypotheſe nicht beipflichten, und zieht man die einſtämmige oder monophyletiſche Annahme von der Blutsverwandtſchaft aller Organismen vor, ſo wird man die verſchiedenen Protiſtenklaſſen als niedere Wurzelſchößlinge zu betrachten haben, aus derſelben einfachen Monerenwurzel herausſproſſend, aus welcher die beiden mächtigen und vielverzweigten Stammbäume einerſeits des Thierreichs, andrerſeits des Pflanzenreichs entſtanden ſind. (Vergl. S. 398 und 399.) Bevor ich Ihnen dieſe ſchwierige Frage näher erläutere, wird es wohl paſſend ſein, noch Einiges über den Inhalt der vorſtehend angeführten Protiſtenklaſſen und ihre allgemeine Naturgeſchichte vorauszuſchicken.

Syſtematiſche Ueberſicht

über die

größeren und kleineren Gruppen des Protiſtenreichs.

Klaſſen des Protiſtenreichs.	Syſtematiſcher Name der Klaſſen.	Ordnungen oder Familien der Klaſſen.	Ein Gattungsname als Beiſpiel.
1. Moneren	Monera	1 Gymnomonera	Bathybius
		2. Lepomonera	Protomyxa
2. Amoeben	Amoeboida	1. Gymnamoebae	Amoeba
		2. Lepamoebae	Arcella
3. Geißelſchwärmer	Flagellata	1. Nudiflagellata	Euglena
		2. Ciliofiagellata	Peridinium
		3. Cystoflagellata	Noctiluca
4. Flimmerkugeln	Catallacta	1. Catallacta	Magosphaera
5. Labyrinthläufer	Labyrinthuleae	1. Labyrinthuleae	Labyrinthula
6. Kieſelzellen	Diatomea	1. Striata	Navicula
		2. Vittata	Tabellaria
		3. Areolata	Coscinodiscus
7. Schleimpilze	Myxomycetes	1. Physareae	Aethalium
		2. Stemoniteae	Stemonitis
		3. Trichiaceae	Arcyria
		4. Lycogaleae	Reticularia
8. Wurzelfüßer oder Rhizopoden	I. Acyttaria	1. Monothalamia	Gromia
		2. Polythalamia	Nummulina
	II. Heliozoa	1. Heliozoa	Actinosphaerium
	III. Radiolaria	1. Monocyttaria	Cyrtidosphaera
		2. Polycyttaria	Collosphaera.

Daß ich hier wieder mit den merkwürdigen Moneren (Monera) als erster Klasse des Protistenreichs beginne, wird Ihnen vielleicht seltsam vorkommen, da ich ja Moneren als die ältesten Stammformen aller Organismen ohne Ausnahme ansehe. Allein was sollen wir sonst mit den gegenwärtig noch lebenden Moneren anfangen? Wir wissen Nichts von ihrem paläontologischen Ursprung, wir wissen Nichts von irgend welchen Beziehungen derselben zu niederen Thieren oder Pflanzen, wir wissen Nichts von ihrer möglichen Entwickelungsfähigkeit zu höheren Organismen. Das strukturlose und homogene Schleimklümpchen, welches ihren ganzen Körper bildet (Fig. 8), ist

Fig. 8. Protamoeba primitiva, ein Moner des süßen Wassers, stark vergrößert. *A.* Das ganze Moner mit seinen formwechselnden Fortsätzen. *B.* Dasselbe beginnt sich in zwei Hälften zu theilen. *C.* Die Trennung der beiden Hälften ist vollständig geworden und jede stellt nun ein selbstständiges Individuum dar.

ebenso die älteste und ursprünglichste Grundlage der thierischen wie der pflanzlichen Plastiden. Offenbar würde es daher ebenso willkürlich und grundlos sein, wenn man sie dem Thierreiche, als wenn man sie dem Pflanzenreiche anschließen wollte. Jedenfalls verfahren wir vorläufig am vorsichtigsten und am meisten kritisch, wenn wir die gegenwärtig noch lebenden Moneren, deren Zahl und Verbreitung vielleicht sehr groß ist, als eine ganz besondere selbstständige Klasse zusammenfassen, welche wir allen übrigen Klassen sowohl des Protistenreichs, als des Pflanzenreichs und des Thierreichs gegenüber stellen. Durch die vollkommene Gleichartigkeit ihrer ganzen eiweißartigen Körpermasse, durch den völligen Mangel einer Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilchen schließen sich, rein morphologisch betrachtet, die Moneren näher an die Anorgane als an die Organismen an, und vermitteln offenbar

den Uebergang zwiſchen anorganiſcher und organiſcher Körperwelt, wie ihn die Hypotheſe der Urzeugung annimmt. Die Formen und die Lebenserſcheinungen der jetzt noch lebenden Moneren (Protamoeba, Protogenes, Protomyxa etc.) habe ich in meiner „Monographie der Moneren“[15]) ausführlich beſchrieben und abgebildet, auch das Wichtigſte davon kurz im achten Vortrage angeführt (S. 164—167). Daher wiederhole ich hier nur als Beiſpiel die Abbildung der ſüßwaſſerbewohnenden Protamoeba (Fig. 8). Die Lebensgeſchichte der orangerothen Protomyxa aurantiaca, welche ich auf der canariſchen Inſel Lanzerote beobachtet habe, iſt auf Tafel I (S. 168) abgebildet (vergl. die Erklärung deſſelben im Anhang). Außerdem füge ich hier noch die Abbildung einer Form des Bathybius hinzu, jenes merkwürdigen von Huxley entdeckten Moneres, das in Geſtalt von nackten Protoplasma-Klumpen und Schleimnetzen die größten Meerestiefen bewohnt (S. 165).

Fig. 9. Bathybius Haeckelii, das „Urſchleim-Weſen“ der größten Meerestiefen. Die Figur zeigt in ſtarker Vergrößerung bloß jene Form des Bathybius, welche ein nacktes Protoplasma Netzwerk darſtellt, ohne die Diskolithen und Cyatholithen, welche in anderen Formen deſſelben Moneres gefunden werden, nnd welche wahrſcheinlich als Ausſcheidungs-Produkte deſſelben anzuſehen ſind.

Nicht weniger genealogiſche Schwierigkeiten, als die Moneren, bieten uns die Amoeben der Gegenwart, und die ihnen nächſtverwandten Organismen (Arcelliden und Gregarinen), welche wir hier als eine zweite Protiſtenklaſſe unter dem Namen der Amoeboiden (Lobosa) zuſammenfaſſen. Man ſtellt dieſe Urweſen jetzt gewöhnlich in das Thierreich, ohne daß man eigentlich einſieht, warum? Denn einfache nackte Zellen, d. h. hüllenloſe und kernfüh-

rende Plaſtiden, kommen eben ſowohl bei echten Pflanzen, als bei echten Thieren vor. Die Fortpflanzungszellen z. B. von vielen Algen (Sporen und Eier) exiſtiren längere oder kürzere Zeit im Waſſer in Form von nackten, kernhaltigen Zellen, die von den nackten Eiern mancher Thiere (z. B. der Siphonophoren-Meduſen) geradezu nicht zu unterſcheiden ſind. (Vergl. die Abbildung vom nackten Ei des Blaſentangs im XVII. Vortrag, S. 412.) Eigentlich iſt jede nackte einfache Zelle, gleichviel ob ſie aus dem Thier- oder Pflanzenkörper kömmt, von einer ſelbſtſtändigen Amoebe nicht weſentlich verſchieden. Denn dieſe letztere iſt ſelbſt Nichts weiter als eine einfache Urzelle, ein nacktes Klümpchen von Zellſtoff oder Plasma, welches einen Kern enthält. Die Zuſammenziehungsfähigkeit oder Contractilität dieſes Plasma aber, welche die freie Amoebe im Ausſtrecken und Einziehen formwechſelnder Fortſätze zeigt, iſt eine allgemeine Lebenseigenſchaft des organiſchen Plasma eben ſowohl in den thieriſchen wie in den pflanzlichen Plaſtiden. Wenn eine frei bewegliche, ihre Form beſtändig ändernde Amoebe in den Ruhezuſtand übergeht, ſo zieht ſie ſich kugelig zuſammen und umgiebt ſich mit einer ausgeſchwitzten Membran. Dann iſt ſie der Form nach ebenſo wenig von einem thieriſchen Ei als von einer einfachen kugeligen Pflanzenzelle zu unterſcheiden (Fig. 10 A).

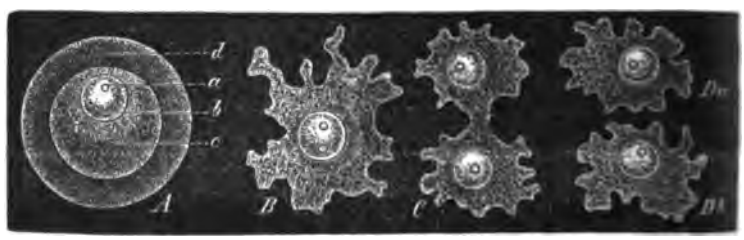


Fig. 10. Amoeba sphaerococcus (eine Amoebenform des ſüßen Waſſers ohne contractile Blaſe) ſtark vergrößert. *A*. Die eingekapſelte Amoebe im Ruhezuſtand, beſtehend aus einem kugeligen Plasmaklumpen *(c)*, welcher einen Kern *(b)* nebſt Kernkörperchen *(a)* einſchließt. Die einfache Zelle iſt von einer Cyſte oder Zellenmembran *(d)* umſchloſſen. *B*. Die freie Amoebe, welche die Cyſte oder Zellhaut geſprengt und verlaſſen hat. *C*. Dieſelbe beginnt ſich zu theilen, indem ihr Kern

in zwei Kerne zerfällt und der Zellſtoff zwiſchen beiden ſich einſchnürt. *D.* Die Theilung iſt vollendet, indem auch der Zellſtoff vollſtändig in zwei Hälften zerfallen iſt *(Da* und *Db)*.

Nackte kernhaltige Zellen, gleich den in Fig. 10 B abgebildeten, welche in beſtändigem Wechſel formloſe fingerähnliche Fortſätze ausſtrecken und wieder einziehen, und welche man deshalb als Amoeben bezeichnet, finden ſich vielfach und ſehr weit verbreitet im ſüßen Waſſer und im Meere, ja ſogar auf dem Lande kriechend vor. Dieſelben nehmen ihre Nahrung in derſelben Weiſe auf, wie es früher (S. 166) von den Protamoeben beſchrieben wurde. Bisweilen kann man ihre Fortpflanzung durch Theilung (Fig. 10 C, D) beobachten, die ich bereits in einem früheren Vortrage Ihnen geſchildert habe (S. 169). Viele von dieſen formloſen Amoeben ſind neuerdings als jugendliche Entwickelungszuſtände von anderen Protiſten (namentlich den Myxomyceten) oder als abgelöſte Zellen von niederen Thieren und Pflanzen erkannt worden. Die farbloſen Blutzellen der Thiere z. B., auch die im menſchlichen Blute, ſind von Amoeben nicht zu unterſcheiden. Sie können gleich dieſen feſte Körperchen in ihr Inneres aufnehmen, wie ich zuerſt durch Fütterung derſelben mit feinzertheilten Farbſtoffen nachgewieſen habe (Gen. Morph. I, 271). Andere Amoeben dagegen (wie die in Fig. 10 abgebildete) ſcheinen ſelbſtſtändige „gute Species" zu ſein, indem ſie ſich viele Generationen hindurch unverändert fortpflanzen. Außer den eigentlichen oder **nackten** Amoeben (Gymnamoebae) finden wir weitverbreitet, beſonders im ſüßen Waſſer, auch **beſchalte** Amoeben (Lepamoebae), deren nackter Plasmaleib **theilweis** durch eine feſte Schale (Arcella) oder ſelbſt ein aus Steinchen zuſammengeklebtes Gehäuſe (Difflugia) geſchützt iſt. Obgleich dieſe Schale mannichfaltige Formen annimmt, entſpricht dennoch ihr lebendiger Inhalt nur einer einzigen einfachen Zelle, die ſich wie eine nackte Amoebe verhält.

Die einfachen nackten Amoeben ſind für die geſammte Biologie, und insbeſondere für die allgemeine Genealogie, nächſt den Moneren die wichtigſten von allen Organismen. Denn offenbar entſtanden

die Amoeben urſprünglich aus einfachen Moneren (Protamoeba) dadurch, daß der erſte wichtige Sonderungsvorgang in ihrem homogenen Schleimkörper ſtattfand, die Differenzirung des inneren Kerns von dem umgebenden Plasma. Dadurch war der große Fortſchritt von einer einfachen (kernloſen) Cytode zu einer echten (kernhaltigen) Zelle geſchehen (vergl. Fig. 8 A und Fig. 10 B). Indem einige von dieſen Zellen ſich frühzeitig durch Ausſchwitzung einer erſtarrenden Membran abkapſelten, bildeten ſie die erſten Pflanzenzellen, während andere, nackt bleibende, ſich zu den erſten Zellen des Thierkörpers entwickeln konnten. In der Anweſenheit oder dem Mangel einer umhüllenden ſtarren Membran liegt der wichtigſte, obwohl keineswegs durchgreifende Formunterſchied der pflanzlichen und der thieriſchen Zellen. Indem die Pflanzenzellen ſich ſchon frühzeitig durch Einſchließung in ihre ſtarre, dicke und feſte Celluloſe-Schale abkapſeln, gleich der ruhenden Amoebe, Fig. 10 A, bleiben ſie ſelbſtſtändiger und den Einflüſſen der Außenwelt weniger zugänglich, als die weichen, meiſtens nackten oder nur von einer dünnen und biegſamen Haut umhüllten Thierzellen. Daher vermögen aber auch die erſteren nicht ſo wie die letzteren zur Bildung höherer, zuſammengeſetzter Gewebstheile, z. B. Nervenfaſern, Muskelfaſern zuſammenzutreten. Zugleich wird ſich bei den älteſten einzelligen Organismen ſchon frühzeitig der wichtigſte Unterſchied in der thieriſchen und pflanzlichen Nahrungsaufnahme ausgebildet haben. Die älteſten einzelligen Thiere konnten als nackte Zellen, ſo gut wie die freien Amoeben (Fig. 10 B) und die farbloſen Blutzellen, feſte Körperchen in das Innere ihres weichen Leibes aufnehmen, während die älteſten einzelligen Pflanzen, durch ihre Membran abgekapſelt, hierzu nicht mehr fähig waren und bloß flüſſige Nahrung (mittelſt Diffuſion) durch dieſelbe durchtreten laſſen konnten.

Nicht minder zweifelhaft als die Natur der Amoeben iſt diejenige der Geißelſchwärmer (Flagellata), welche wir als eine dritte Klaſſe des Protiſtenreichs betrachten. Auch dieſe zeigt gleich nahe und wichtige Beziehungen zum Pflanzenreich wie zum Thierreich. Einige

Flagellaten sind von den frei beweglichen Jugendzuständen echter Pflanzen, namentlich den Schwärmsporen vieler Tange, nicht zu unterscheiden, während andere sich unmittelbar den echten Thieren,

Fig. 11. Ein einzelner Geißelschwärmer (Euglena striata) stark vergrößert. Oben ist die fadenförmige schwingende Geißel sichtbar, in der Mitte der runde Zellenkern mit seinem Kernkörperchen.

und zwar den bewimperten Infusorien (Ciliata) anschließen. Die Geißelschwärmer sind einfache Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 11) oder zu Kolonien vereinigt im süßen und salzigen Wasser leben. Ihr charakteristischer Körpertheil ist ein sehr beweglicher, einfacher oder mehrfacher, peitschenförmiger Anhang (Geißel oder Flagellum), mittelst dessen sie lebhaft im Wasser umherschwärmen. Die Klasse zerfällt in drei Ordnungen: die erste Ordnung (Nudiflagellata) wird vorzüglich durch die grünen Euglenen und Volvocinen gebildet; die zweite Ordnung (Cilioflagellata) durch die kieselschaligen Peridinien; die dritte Ordnung (Cystoflagellata) durch die pfirsichförmigen Noctiluken. Die beiden letzteren Ordnungen gehören zu den Hauptursachen des Meerleuchtens. Die grünen Euglenen erscheinen oft im Frühjahr zu Milliarden in unseren Teichen und färben durch ihre ungeheuren Massen das Wasser ganz grün.

Eine sehr merkwürdige neue Protistenform, welche ich Flimmerkugel (Magosphaera) genannt habe, ist im September 1869 von mir an der norwegischen Küste entdeckt und in meinen biologischen Studien[15]) eingehend geschildert worden (S. 137, Taf. V). Bei der Insel Gis-Oe in der Nähe von Bergen fing ich an der Oberfläche des Meeres schwimmende äußerst zierliche kleine Kugeln (Fig. 12), zusammengesetzt aus einer Anzahl von (ungefähr 30—40) wimpernden birnförmigen Zellen, die mit ihren spitzen Enden strahlenartig im Mittelpunkt der Kugel vereinigt waren. Nach einiger Zeit löste sich die Kugel auf. Die einzelnen Zellen schwammen

Fig. 12. Die norwegiſche Flimmerkugel (Magosphaera planula) mittelſt ihres Flimmerkleides umherſchwimmend, von der Oberfläche geſehen.

ſelbſtſtändig im Waſſer umher, ähnlich gewiſſen bewimperten Infuſorien oder Ciliaten. Die Zellen ſenkten ſich nachher zu Boden, zogen ihre Wimperhaare in den Leib zurück und gingen allmählich in die Form einer kriechenden Amoebe über (ähnlich Fig. 10 B). Die letztere kapſelte ſich ſpäter ein (wie in Fig. 10 A) und zerfiel dann durch fortgeſetzte Zweitheilung in eine große Anzahl von Zellen (ganz wie bei der Eifurchung, Fig. 6, S. 266). Die Zellen bedeckten ſich mit Flimmerhäärchen, durchbrachen die Kapſelhülle und ſchwammen nun wieder in der Form einer wimpernden Kugel umher (Fig. 12). Offenbar läßt ſich dieſer wunderbare Organismus, der bald als einfache Amoebe, bald als einzelne bewimperte Zelle, bald als vielzellige Wimperkugel erſcheint, in keiner der anderen Protiſtenklaſſen unterbringen und muß als Repräſentant einer neuen ſelbſtſtändigen Gruppe angeſehen werden. Da dieſelbe zwiſchen mehreren Protiſten in der Mitte ſteht und dieſelben mit einander verknüpft, kann ſie den Namen der Vermittler oder Katallakten führen.

Nicht weniger räthſelhafter Natur ſind die Protiſten der fünften Klaſſe, die Labyrinthläufer (Labyrinthuleae), welche erſt kürzlich von Cienkowski an Pfählen im Seewaſſer entdeckt wurden (Fig. 13). Es ſind ſpindelförmige, meiſtens dottergelb gefärbte Zellen, welche bald in dichten Haufen zu Klumpen vereinigt ſitzen, bald in höchſt eigenthümlicher Weiſe ſich umherbewegen. Sie bilden dann in noch unerklärter Weiſe ein netzförmiges Gerüſt von labyrinthiſch verſchlungenen Strängen, und in der ſtarren „Fadenbahn" dieſes Gerüſtes rutſchen ſie umher. Der Geſtalt nach würde man die

Fig. 13. Labyrinthula macrocystis (ſtark vergrößert). Unten eine Gruppe von zuſammengehäuften Zellen, von denen ſich links eine ſoeben abtrennt; oben zwei einzelne Zellen, welche in dem ſtarren netzförmigen Gerüſte ihrer „Fadenbahn" umherrutſchen.

Zellen der Labyrinthuleen für einfachſte Pflanzen, der Bewegung nach für einfachſte Thiere halten. In der That ſind ſie weder Thiere noch Pflanzen.

Fig. 14. Navicula hippocampus (ſtark vergrößert). In der Mitte der kieſelſchaligen Zelle iſt der Zellenkern (Nucleus) nebſt ſeinem Kernkörperchen (Nucleolus) ſichtbar.

Den Labyrinthuleen vielleicht nahverwandt ſind die Kieſelzellen (Diatomeae), eine ſechſte Protiſtenklaſſe. Dieſe Urweſen, welche jetzt meiſtens für Pflanzen, aber von einigen berühmten Naturforſchern noch heute für Thiere gehalten werden, bevölkern in ungeheuren Maſſen und in einer unendlichen Mannichfaltigkeit der zierlichſten Formen das Meer und die ſüßen Gewäſſer. Meiſt ſind es mikroſkopiſch kleine Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 14) oder in großer Menge vereinigt leben, und entweder feſtgewachſen ſind oder ſich in eigenthümlicher Weiſe rutſchend, ſchwimmend oder kriechend umherbewegen. Ihr weicher Zellenleib, der durch einen charakteriſtiſchen Farbſtoff bräunlich gelb gefärbt iſt, wird ſtets von einer feſten und ſtarren Kieſelſchale umſchloſſen, welche die zierlichſten und mannichfaltigſten Formen beſitzt. Dieſe Kieſelhülle iſt nur durch eine oder ein paar Spalten nach außen geöffnet und läßt dadurch den eingeſchloſſenen weichen Plasmaleib mit der Außenwelt communici-

ren. Die Kieſelſchalen finden ſich maſſenhaft verſteinert vor und ſetzen manche Geſteine, z. B. den Biliner Polirſchiefer, das ſchwediſche Bergmehl, vorwiegend zuſammen.

Fig. 15. Ein geſtielter Fruchtkörper (Sporenblaſe, mit Sporen angefüllt) von einem Myxomyceten (Physarum albipes), ſchwach vergrößert.

Eine ſiebente Protiſtenklaſſe bilden die merkwürdigen Schleimpilze (Myxomycetes). Dieſe galten früher allgemein für Pflanzen, für echte Pilze, bis vor zehn Jahren der Botaniker de Bary durch Entdeckung ihrer Ontogenie nachwies, daß dieſelben gänzlich von den Pilzen verſchieden, und eher als niedere Thiere zu betrachten ſind. Allerdings iſt der reife Fruchtkörper derſelben eine rundliche, oft mehrere Zoll große, mit feinem Sporenpulver und weichen Flocken gefüllte Blaſe (Fig. 15), wie bei den bekannten Boviſten oder Bauchpilzen (Gastromycetes). Allein aus den Keimkörnern oder Sporen derſelben kommen nicht die charakteriſtiſchen Fadenzellen oder Hyphen der echten Pilze hervor, ſondern nackte Zellen, welche anfangs in Form von Geißelſchwärmern umherſchwimmen (Fig. 11), ſpäter nach Art der Amoeben umherkriechen (Fig. 10 B) und endlich mit anderen ihresgleichen zu großen Schleimkörpern oder „Plasmodien" zuſammenfließen. Aus dieſen entſteht dann unmittelbar der blaſenförmige Fruchtkörper. Wahrſcheinlich kennen Sie Alle eines von jenen Plasmodien, dasjenige von Aethalium septicum, welches im Sommer als ſogenannte „Lohblüthe" in Form einer ſchöngelben, oft mehrere Fuß breiten, ſalbenartigen Schleimmaſſe netzförmig die Lohhaufen und Lohbeete der Gerber durchzieht. Die ſchleimigen frei kriechenden Jugendzuſtände dieſer Myxomyceten, welche meiſtens auf faulenden Pflanzenſtoffen, Baumrinden u. ſ. w. in feuchten Wäldern leben, werden mit gleichem Recht oder Unrecht von den Zoologen für Thiere, wie die reifen und ruhenden blaſenförmigen Fruchtzuſtände von den Botanikern für Pflanzen erklärt.

Ebenſo zweifelhaft iſt auch die Natur der achten und letzten Klaſſe des Protiſtenreichs, der Wurzelfüßer (Rhizopoda). Dieſe merkwürdigen Organismen bevölkern das Meer ſeit den älteſten Zeiten der organiſchen Erdgeſchichte in einer außerordentlichen Formenmannichfaltigkeit, theils auf dem Meeresboden kriechend, theils an der Oberfläche ſchwimmend. Nur ſehr wenige leben im ſüßen Waſſer (z. B. Gromia, Actinosphaerium). Die meiſten beſitzen feſte, aus Kalkerde oder Kieſelerde beſtehende und höchſt zierlich zuſammengeſetzte Schalen, welche in verſteinertem Zuſtande ſich vortrefflich erhalten. Oft ſind dieſelben zu dicken Gebirgsmaſſen angehäuft, obwohl die einzelnen Individuen ſehr klein und häufig für das bloße Auge kaum oder gar nicht ſichtbar ſind. Nur wenige erreichen einen Durchmeſſer von einigen Linien oder ſelbſt von ein paar Zollen. Ihren Namen führt die ganze Klaſſe davon, daß ihr nackter ſchleimiger Leib an der ganzen Oberfläche Tauſende von äußerſt feinen Schleimfäden ausſtrahlt, falſchen Füßchen, Scheinfüßchen oder Pſeudopodien, welche ſich wurzelförmig veräſteln, netzartig verbinden, und in beſtändigem Formwechſel gleich den einfacheren Schleimfüßchen der Amoeboiden oder Protoplaſten befindlich ſind. Dieſe veränderlichen Scheinfüßchen dienen ſowohl zur Ortsbewegung, als zur Nahrungsaufnahme.

Die Klaſſe der Wurzelfüßer zerfällt in drei verſchiedene Legionen, die Kammerweſen oder Acyttarien, die Sonnenweſen oder Heliozoen und die Strahlweſen oder Radiolarien. Die erſte und niederſte von dieſen drei Legionen bilden die Kammerweſen (Acyttaria). Hier beſteht nämlich der ganze weiche Leib noch aus einfachem ſchleimigen Zellſtoff oder aus Protoplasma, das nicht in Zellen differenzirt iſt. Allein trotz dieſer höchſt primitiven Leibesbeſchaffenheit ſchwitzen die Kammerweſen dennoch meiſtens eine feſte, aus Kalkerde beſtehende Schale aus, welche eine große Mannichfaltigkeit zierlicher Formbildung zeigt. Bei den älteren und einfacheren Acyttarien iſt dieſe Schale eine einfache, glockenförmige, röhrenförmige oder ſchneckenhausförmige Kammer, aus deren Mündung ein Bündel von Schleimfäden hervortritt. Im Gegenſatz zu dieſen Einkammerweſen (Monothalamia) beſitzen die

Vielkammerweſen (Polythalamia), zu denen die große Mehrzahl der Acyttarien gehört, ein Gehäuſe, welches aus zahlreichen Kammern in ſehr künſtlicher Weiſe zuſammengeſetzt iſt. Bald liegen dieſe Kammern in einer Reihe hinter einander, bald in concentriſchen Kreiſen oder Spiralen ringförmig um einen Mittelpunkt herum, und dann oft in vielen Etagen übereinander, gleich den Logen eines großen Amphitheaters. Dieſe Bildung beſitzen z. B. die Nummuliten, deren linſenförmige Kalkſchalen, zu Milliarden angehäuft, an der Mittelmeerküſte ganze Gebirge zuſammenſetzen. Die Steine, aus denen die egyptiſchen Pyramiden aufgebaut ſind, beſtehen aus ſolchem Nummulitenkalk. In den meiſten Fällen ſind die Schalenkammern der Polythalamien in einer Spirallinie um einander gewunden. Die Kammern ſtehen mit einander durch Gänge und Thüren in Verbindung, gleich den Zimmern eines großen Palaſtes, und ſind nach außen gewöhnlich durch zahlreiche kleine Fenſter geöffnet, aus denen der ſchleimige Körper formwechſelnde Scheinfüßchen ausſtrecken kann. Und dennoch, trotz des außerordentlich verwickelten und zierlichen Baues dieſes Kalklabyrinthes, trotz der unendlichen Mannichfaltigkeit in dem Bau und der Verzierung ſeiner zahlreichen Kammern, trotz der Regelmäßigkeit und Eleganz ihrer Ausführung, iſt dieſer ganze künſtliche Palaſt das ausgeſchwitzte Produkt einer vollkommen formloſen und ſtrukturloſen Schleimmaſſe! Fürwahr, wenn nicht ſchon die ganze neuere Anatomie der thieriſchen und pflanzlichen Gewebe unſere Plaſtidentheorie ſtützte, wenn nicht alle allgemeinen Reſultate derſelben übereinſtimmend bekräftigten, daß das ganze Wunder der Lebenserſcheinungen und Lebensformen auf die aktive Thätigkeit der formloſen Eiweißverbindungen des Protoplasma zurückzuführen iſt, die Polythalamien allein ſchon müßten unſerer Theorie den Sieg verleihen. Denn hier können wir in jedem Augenblick die wunderbare, aber unleugbare und zuerſt von Dujardin und Max Schulze feſtgeſtellte Thatſache durch das Mikroſkop nachweiſen, daß der formloſe Schleim des weichen Plasmakörpers, dieſer wahre „Lebensſtoff", die zierlichſten, regelmäßigſten und verwickeltſten Bildungen auszuſcheiden vermag. Dies iſt einfach

eine Folge von vererbter Anpassung, und wir lernen dadurch verstehen, wie derselbe „Urschleim", dasselbe Protoplasma, im Körper der Thiere und Pflanzen die verschiedensten und complicirtesten Zellenformen erzeugen kann.

Von ganz besonderem Interesse ist es noch, daß zu den Polythalamien auch der älteste Organismus gehört, dessen Reste uns in versteinertem Zustande erhalten sind. Dies ist das früher bereits erwähnte „kanadische Morgenwesen", Eozoon canadense, welches vor wenigen Jahren in der Ottawaformation (in den tiefsten Schichten des laurentischen Systems) am Ottawaflusse in Canada gefunden worden ist. In der That, durften wir überhaupt erwarten, in diesen ältesten Ablagerungen der Primordialzeit noch organische Reste zu finden, so konnten wir vor Allen auf diese einfachsten und doch mit einer festen Schale bedeckten Protisten hoffen, in deren Organisation der Unterschied zwischen Thier und Pflanze noch nicht ausgeprägt ist.

Von der zweiten Klasse der Wurzelfüßer, von den Sonnenwesen (Heliozoa), kennen wir nur wenige Arten. Eine Art, das sogenannte „Sonnenthierchen", findet sich in unseren süßen Gewässern sehr häufig. Schon im vorigen Jahrhundert wurde dasselbe von Pastor Eichhorn in Danzig beobachtet und nach ihm Actinosphaerium Eichhornii getauft. Es erscheint dem bloßen Auge als ein gallertiges graues Schleimkügelchen von der Größe eines Stecknadelknopfes. Unter dem Mikroskope sieht man Tausende feiner Schleimfäden von dem centralen Plasmakörper ausstrahlen, und bemerkt, daß eine innere zellige Markschicht von der äußeren blasigen Rindenschicht zu unterscheiden ist. Dadurch erhebt sich das kleine Sonnenwesen, trotz des Mangels einer Schale, bereits über die strukturlosen Acyttarien und bildet den Uebergang von diesen zu den Radiolarien. Verwandter Natur ist die Gattung Cystophrys.

Die Strahlwesen (Radiolaria) bilden die dritte und letzte Klasse der Rhizopoden. In ihren niederen Formen schließen sie sich eng an die Sonnenwesen und Kammerwesen an, während sie sich in ihren höheren Formen weit über diese erheben. Von beiden unter-

scheiden sie sich wesentlich dadurch, daß der centrale Theil des Körpers aus vielen Zellen zusammengesetzt und von einer festen Membran umhüllt ist. Diese geschlossene, meistens kugelige „Centralkapsel" ist in eine schleimige Plasmaschicht eingehüllt, von welcher überall Tausende von höchst feinen Fäden, die verästelten und zusammenfließenden Scheinfüßchen, ausstrahlen. Dazwischen sind zahlreiche gelbe Zellen von räthselhafter Bedeutung zerstreut, welche Stärkemehlkörner enthalten. Die meisten Radiolarien zeichnen sich durch ein sehr entwickeltes Skelet aus, welches aus Kieselerde besteht und eine wunderbare Fülle der zierlichsten und seltsamsten Formen zeigt. Bald bildet dieses Kieselskelet eine einfache Gitterkugel (Fig. 16 s), bald ein künstliches System von mehreren concentrischen Gitterkugeln, welche in einander geschachtelt und durch radiale Stäbe verbunden sind. Meistens strahlen zierliche, oft baumförmig verzweigte Stacheln von der Oberfläche der Kugeln aus. Anderemal besteht das ganze Skelet bloß aus einem Kieselstern und ist dann meistens aus zwanzig, nach einem bestimmten mathematischen Gesetze vertheilten und in einem gemeinsamen Mittelpunkte vereinigten Stacheln zusammengesetzt. Bei noch anderen Radiolarien bildet das Skelet zierliche vielkammerige Gehäuse wie bei den Polythalamien. Es giebt wohl keine andere Gruppe von Organismen, welche eine solche Fülle der verschiedenartigsten Grundformen und eine so geometrische Regelmäßigkeit, verbunden mit der zierlichsten Architektonik, in ihren Skeletbildungen entwickelte. Die meisten der bis jetzt bekannt gewordenen Formen habe ich in dem Atlas abgebildet, der meine Monographie der Radiolarien begleitet[23]). Hier gebe ich Ihnen als Beispiel nur die Abbildung von einer der einfachsten Gestalten, der Cyrtidosphaera echinoides von Nizza. Das Skelet besteht hier bloß aus einer einfachen Gitterkugel (s), welche kurze radiale Stacheln (a) trägt, und welche die Centralkapsel (c) locker umschließt. Von der Schleimhülle, welche die letztere umgiebt, strahlen sehr zahlreiche und feine Scheinfüßchen (p) aus, welche links zum Theil zurückgezogen und in eine

klumpige Schleimmasse verschmolzen sind. Dazwischen sind viele gelbe Zellen (l) zerstreut.

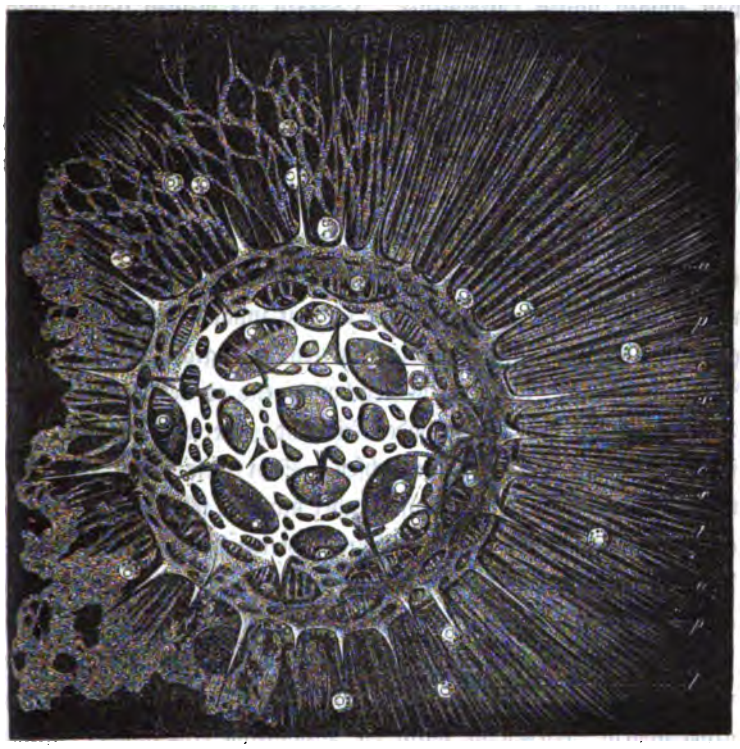


Fig. 16. Cyrtidosphaera echinoides, 400mal vergrößert. c. Kugelige Centralkapsel. s. Gitterförmig durchbrochene Kieselschale. a. Radiale Stacheln, welche von derselben ausstrahlen. p. Pseudopodien oder Scheinfüßchen, welche von der die Centralkapsel umgebenden Schleimhülle ausstrahlen. l. Gelbe kugelige Zellen, welche dazwischen zerstreut sind, und Amylumkörner enthalten.

Während die Acyttarien meistens nur auf dem Grunde des Meeres leben, auf Steinen und Seepflanzen, zwischen Sand und Schlamm mittelst ihrer Scheinfüßchen umherkriechend, schwimmen dagegen die Radiolarien größtentheils an der Oberfläche des Meeres, mit rings ausgestreckten Pseudopodien flottirend. Sie finden sich hier in ungeheuren Mengen beisammen, sind aber meistens so klein, daß man sie fast völlig übersah und erst seit zwanzig Jahren ge-

nauer kennen lernte. Faſt nur diejenigen Radiolarien, welche in Geſellſchaften beiſammen leben (Polycyttarien), bilden Gallertklumpen von einigen Linien Durchmeſſer. Dagegen die meiſten iſolirt lebenden (Monocyttarien) kann man mit bloßem Auge nicht ſehen. Trotzdem finden ſich ihre verſteinerten Schalen in ſolchen Maſſen angehäuft, daß ſie an manchen Stellen ganze Berge zuſammenſetzen, z. B. die Nikobareninſeln bei Hinterindien und die Inſel Barbados in den Antillen.

Da die Meiſten von Ihnen mit den eben angeführten acht Protiſtenklaſſen vermuthlich nur ſehr wenig oder vielleicht gar nicht genauer bekannt ſein werden, ſo will ich jetzt zunächſt noch einiges Allgemeine über ihre Naturgeſchichte bemerken. Die große Mehrzahl aller Protiſten lebt im Meere, theils freiſchwimmend an der Oberfläche der See, theils auf dem Meeresboden kriechend, oder an Steinen, Muſcheln, Pflanzen u. ſ. w. feſtgewachſen. Sehr viele Arten von Protiſten leben auch im ſüßen Waſſer, aber nur eine ſehr geringe Anzahl auf dem feſten Lande (z. B. die Myxomyceten, einige Protoplaſten). Die meiſten können nur durch das Mikroſkop wahrgenommen werden, ausgenommen, wenn ſie zu Millionen von Individuen zuſammengehäuft vorkommen. Nur Wenige erreichen einen Durchmeſſer von mehreren Linien oder ſelbſt einigen Zollen. Was ihnen aber an Körpergröße abgeht, erſetzen ſie durch die Produktion erſtaunlicher Maſſen von Individuen, und greifen dadurch oft ſehr bedeutend in die Oekonomie der Natur ein. Die unverweslichen Ueberreſte der geſtorbenen Protiſten, wie die Kieſelſchalen der Diatomeen und Radiolarien, die Kalkſchalen der Acyttarien, ſetzen oft dicke Gebirgsmaſſen zuſammen.

In ihren Lebenserſcheinungen, insbeſondere in Bezug auf Ernährung und Fortpflanzung, ſchließen ſich die einen Protiſten mehr den Pflanzen, die anderen mehr den Thieren an. Die Nahrungsaufnahme ſowohl als der Stoffwechſel gleichen bald mehr denjenigen der niederen Thiere, bald mehr denjenigen der niederen Pflanzen. Freie Ortsbewegung kommt vielen Protiſten zu, während ſie anderen fehlt; allein hierin liegt gar kein entſcheidender Charakter, da wir auch

unzweifelhafte Thiere kennen, denen die freie Ortsbewegung ganz abgeht, und echte Pflanzen, welche dieſelbe beſitzen. Eine Seele beſitzen alle Protiſten, ſo gut wie alle Thiere und wie alle Pflanzen. Die Seelenthätigkeit der Protiſten äußert ſich in ihrer Reizbarkeit, d. h. in den Bewegungen und anderen Veränderungen, welche in Folge von mechaniſchen, elektriſchen, chemiſchen Reizen u. ſ. w. in ihrem contractilen Protoplasma eintreten. Bewußtſein, Willens- und Denk-Vermögen ſind vielleicht in demſelben geringen Grade vorhanden, wie bei vielen niederen Thieren, während manche von den höheren Thieren in dieſen Beziehungen nicht hinter den niederen Menſchen zurückſtehen. Wie bei allen übrigen Organismen, ſo ſind auch bei den Protiſten die Seelenthätigkeiten auf Molekular-Bewegungen im Protoplasma zurückzuführen.

Der wichtigſte phyſiologiſche Charakter des Protiſtenreichs liegt in der ausſchließlich ungeſchlechtlichen Fortpflanzung aller hierher gehörigen Organismen. Die höheren Thiere und Pflanzen vermehren ſich faſt ausſchließlich nur auf geſchlechtlichem Wege. Die niederen Thiere und Pflanzen vermehren ſich zwar auch vielfach auf ungeſchlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospenbildung, Keimbildung u. ſ. w.; allein daneben findet ſich bei denſelben doch faſt immer noch die geſchlechtliche Fortpflanzung, oft mit erſterer regelmäßig in Generationen abwechſelnd (Metageneſis S. 185). Sämmtliche Protiſten dagegen pflanzen ſich ausſchließlich nur auf dem ungeſchlechtlichen Wege fort und der Gegenſatz der beiden Geſchlechter iſt bei ihnen überhaupt noch nicht durch Differenzirung entſtanden. Es giebt weder männliche noch weibliche Protiſten.

Wie die Protiſten in ihren Lebenserſcheinungen zwiſchen Thieren und Pflanzen (und zwar vorzüglich zwiſchen den niederſten Formen derſelben) mitten inne ſtehen, ſo gilt daſſelbe auch von der chemiſchen Zuſammenſetzung ihres Körpers. Einer der wichtigſten Unterſchiede in der chemiſchen Zuſammenſetzung des Thier- und Pflanzenkörpers beſteht in ſeiner charakteriſtiſchen Skeletbildung. Das Skelet oder das feſte Gerüſte des Körpers beſteht bei den meiſten echten

Pflanzen aus der ſtickſtofffreien Celluloſe, welche ein Ausſchwitzungsprodukt des ſtickſtoffhaltigen Zellſtoffs oder Protoplasma iſt. Bei den meiſten echten Thieren dagegen beſteht das Skelet gewöhnlich entweder aus ſtickſtoffhaltigen Verbindungen (Chitin u. ſ. w.), oder aus Kalkerde. In dieſer Beziehung verhalten ſich die einen Protiſten mehr wie Pflanzen, die anderen mehr wie Thiere. Bei Vielen iſt das Skelet vorzugsweiſe oder ganz aus Kieſelerde gebildet, welche ſowohl im Thier- als Pflanzenkörper vorkommt. Der aktive Lebensſtoff iſt aber in allen Fällen das ſchleimige Protoplasma.

In Bezug auf die Formbildung der Protiſten iſt insbeſondere hervorzuheben, daß die Individualität ihres Körpers faſt immer auf einer außerordentlich tiefen Stufe der Entwickelung ſtehen bleibt. Sehr viele Protiſten bleiben zeitlebens einfache Plaſtiden oder Individuen erſter Ordnung. Andere bilden zwar durch Vereinigung von mehreren Individuen Kolonien oder Staaten von Plaſtiden; allein auch dieſe höheren Individuen zweiter Ordnung verharren meiſtens auf einer ſehr niedrigen Ausbildungsſtufe. Die Bürger dieſer Plaſtidengemeinden bleiben ſehr gleichartig, gehen gar nicht oder nur in ſehr geringem Grade Arbeitstheilung ein, und vermögen daher ebenſo wenig ihren ſtaatlichen Organismus zu höheren Leiſtungen zu befähigen, als etwa in Bezug auf das menſchliche Gemeinweſen die Wilden Neuhollands dies können. Der Zuſammenhang der Plaſtiden bleibt auch meiſtens ſehr locker, und jede einzelne bewahrt ihre individuelle Selbſtſtändigkeit.

Ein zweiter Formcharakter, welcher nächſt der niederen Individualitätsſtufe die Protiſten beſonders auszeichnet, iſt der niedere Ausbildungsgrad ihrer ſtereometriſchen Grundform. Wie ich in meiner Grundformenlehre (im vierten Buche der generellen Morphologie) gezeigt habe, iſt bei den meiſten Organismen ſowohl in der Geſammtbildung des Körpers als in der Form der einzelnen Theile eine beſtimmte geometriſche Grundform nachzuweiſen. Dieſe ideale Grundform, welche durch die Zahl, Lagerung, Verbindung und Differenzirung der zuſammenſetzenden Theile beſtimmt iſt, verhält ſich zu der

realen organiſchen Form ähnlich, wie ſich die ideale geometriſche Grundform der Kryſtalle zu ihrer unvollkommenen realen Form verhält. Bei den meiſten Körpern und Körpertheilen von Thieren und Pflanzen iſt dieſe Grundform eine Pyramide, und zwar bei den ſogenannten „ſtrahlig-regulären" Formen eine reguläre Pyramide, bei den höher differenzirten, ſogenannten „bilateral-ſymmetriſchen" Formen eine irreguläre Pyramide. (Vergl. die Tabellen S. 556—558 im erſten Bande der gen. Morph.) Bei den Protiſten iſt dieſe Pyramidenform, welche im Thier- und Pflanzenreiche vorherrſcht, im Ganzen ſelten, und ſtatt deſſen iſt die Form entweder ganz unregelmäßig (amorph oder irregulär), oder es iſt die Grundform eine einfachere, reguläre, geometriſche Form; insbeſondere ſehr häufig die Kugel, der Cylinder, das Ellipſoid, das Sphäroid, der Doppelkegel, der Kegel, das reguläre Polyeder (Tetraeder, Hexaeder, Octaeder, Dodekaeder, Icoſaeder) u. ſ. w. Alle dieſe niederen Grundformen des promorphologiſchen Syſtems ſind bei den Protiſten vorherrſchend. Jedoch kommen daneben bei vielen Protiſten auch noch die höheren regulären und bilateralen Grundformen vor, welche im Thier- und Pflanzenreich überwiegen. Auch in dieſer Hinſicht ſchließen ſich oft von nächſtverwandten Protiſten die einen (z. B. die Acyttarien) mehr den Thieren, die anderen (z. B. die Radiolarien) mehr den Pflanzen an.

Was nun die paläontologiſche Entwickelung des Protiſtenreichs betrifft, ſo kann man darüber ſehr verſchiedene, aber immer nur höchſt unſichere genealogiſche Hypotheſen aufſtellen. Vielleicht ſind die einzelnen Klaſſen deſſelben ſelbſtſtändige Stämme oder Phylen, die ſich ſowohl unabhängig von einander als von dem Thierreich und von dem Pflanzenreich entwickelt haben. Selbſt wenn wir die monophyletiſche Deſcendenzhypotheſe annehmen, und für alle Organismen ohne Ausnahme, die jemals auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die gemeinſame Abſtammung von einer einzigen Monerenform behaupten, ſelbſt in dieſem Falle iſt der Zuſammenhang der neutralen Protiſten einerſeits mit dem Pflanzenſtamm, andrer-

ſeits mit dem Thierſtamm nur ſehr locker. Wir hätten ſie dann (vergl. S. 398) als niedere Wurzelſchößlinge anzuſehen, welche ſich unmittelbar aus der Wurzel jenes zweiſtämmigen organiſchen Stammbaums entwickelt haben, oder vielleicht als tief unten abgehende Zweige eines gemeinſamen niederen Protiſtenſtammes, welcher in der Mitte zwiſchen den beiden divergirenden hohen und mächtigen Stämmen des Thier- und Pflanzenreichs aufgeſchoſſen iſt. Die einzelnen Protiſtenklaſſen, mögen ſie nun an ihrer Wurzel gruppenweiſe enger zuſammenhängen oder nur ein lockeres Büſchel von Wurzelſchößlingen bilden, würden in dieſem Falle weder mit den rechts nach dem Thierreiche, noch mit den links nach dem Pflanzenreiche einſeitig abgehenden Organismengruppen Etwas zu thun haben.

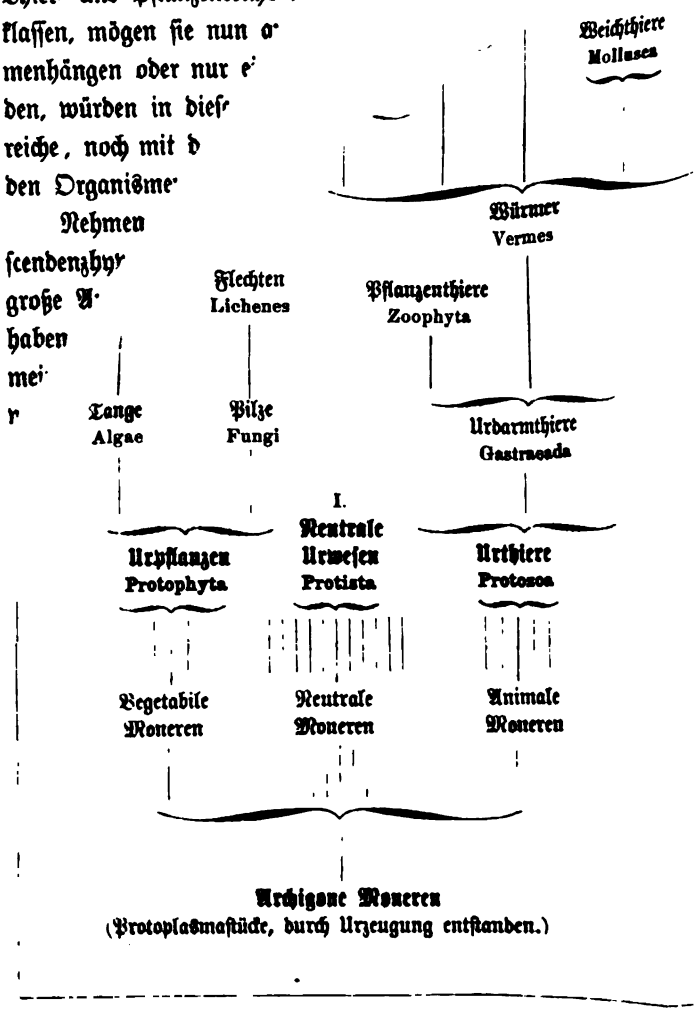
Nehmen wir dagegen die vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe an, ſo würden wir uns eine mehr oder minder große Anzahl von organiſchen Stämmen oder Phylen vorzuſtellen haben, welche alle neben einander und unabhängig aus dem gemeinſamen Boden der Urzeugung aufſchießen. (Vergl. S. 399.) Es würden dann zahlreiche verſchiedene Moneren durch Urzeugung entſtanden ſein, deren Unterſchiede nur in geringen, für uns nicht erkennbaren Differenzen ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung und in Folge deſſen auch ihrer Entwickelungsfähigkeit beruhen. Eine geringe Anzahl von Moneren würde dem Pflanzenreich, und ebenſo andrerſeits eine geringe Anzahl von Moneren dem Thierreich den Urſprung gegeben haben. Zwiſchen dieſen beiden Gruppen aber würde ſich, unabhängig davon, eine größere Anzahl von ſelbſtſtändigen Stämmen entwickelt haben, die auf einer tieferen Organiſationsſtufe ſtehen blieben, und ſich weder zu echten Pflanzen, noch zu echten Thieren entwickelten.

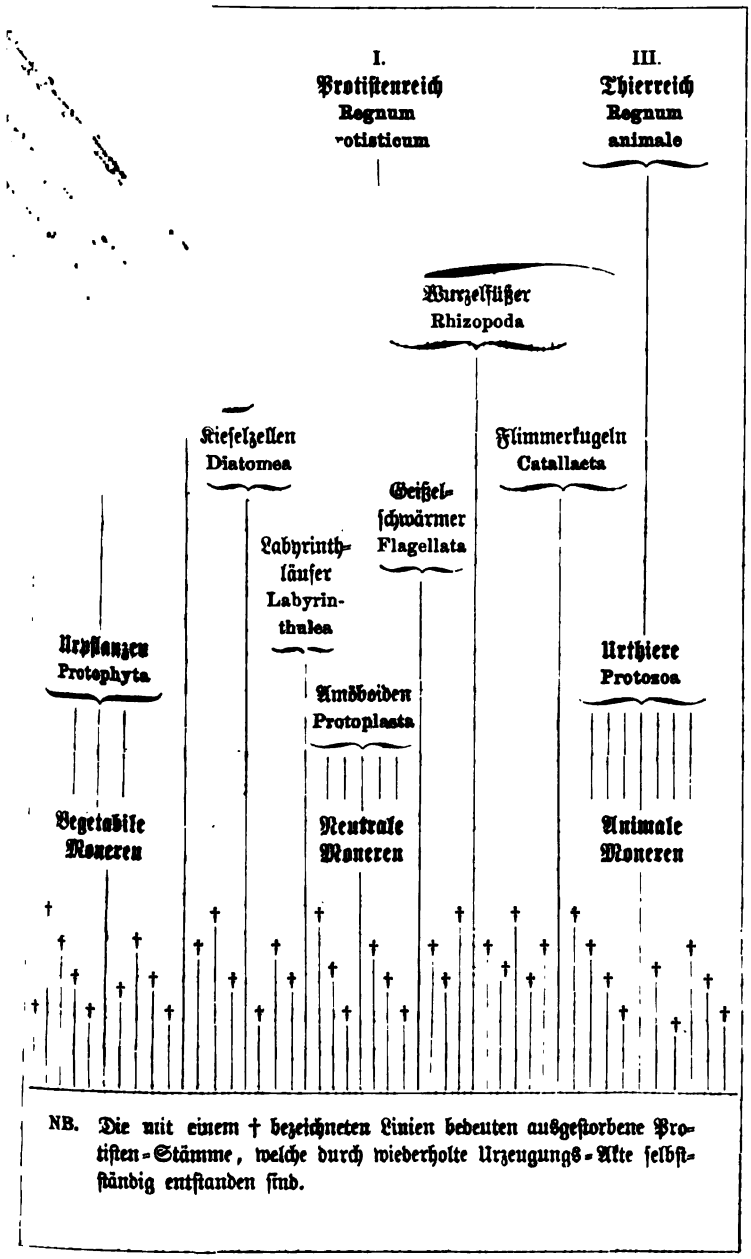
Eine ſichere Entſcheidung zwiſchen der monophyletiſchen und polyphyletiſchen Hypotheſe iſt bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zuſtande unſerer phylogenetiſchen Erkenntniß noch ganz unmöglich. Die verſchiedenen Protiſtengruppen und die von ihnen kaum trennbaren niederſten Formen einerſeits des Thierreichs, andrerſeits des Pflanzenreichs, zeigen unter einander einen ſo innigen Zuſammenhang

und eine so bunte Mischung der maßgebenden Eigenthümlichkeiten, daß gegenwärtig noch jede systematische Eintheilung und Anordnung der Formengruppen mehr oder weniger künstlich und gezwungen erscheint. Daher gilt auch der hier Ihnen vorgeführte Versuch nur als ein ganz provisorischer. Je tiefer man jedoch in die genealogischen Geheimnisse dieses dunkeln Forschungsgebietes eindringt, desto mehr Wahrscheinlichkeit gewinnt die Anschauung, daß einerseits das Pflanzenreich, anderseits das Thierreich einheitlichen Ursprungs ist, daß aber in der Mitte zwischen diesen beiden großen Stammbäumen noch eine Anzahl von unabhängigen kleinen Organismengruppen durch vielfach wiederholte Urzeugungsakte entstanden ist, welche durch ihren indifferenten, neutralen Charakter, und ihre Mischung von thierischen und pflanzlichen Eigenschaften auf die Bezeichnung von selbstständigen Protisten Anspruch machen können.

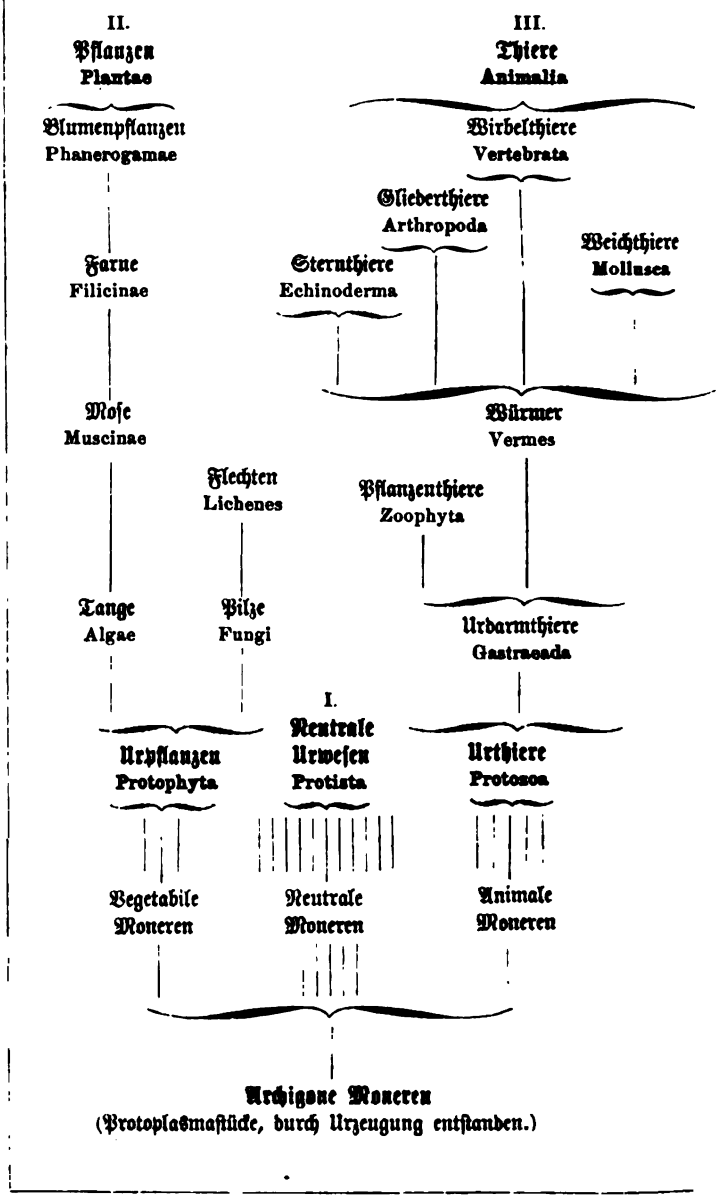
Wenn wir also auch einen ganz selbstständigen Stamm für das Pflanzenreich, einen zweiten für das Thierreich annehmen, würden wir zwischen beiden doch eine Anzahl von selbstständigen Protistenstämmen aufstellen können, deren jeder ganz unabhängig von jenen aus einer eigenen archigonen Monerenform sich entwickelt hat. Um sich dieses Verhältniß zu veranschaulichen, kann man sich die ganze Organismenwelt als eine ungeheure Wiese vorstellen, welche größtentheils verdorrt ist, und auf welcher zwei vielverzweigte mächtige Bäume stehen, die ebenfalls größtentheils abgestorben sind. Diese letzteren mögen das Thierreich und das Pflanzenreich vorstellen, ihre frischen noch grünenden Zweige die lebenden Thiere und Pflanzen, die verdorrten Zweige mit welkem Laube dagegen die ausgestorbenen Gruppen. Das dürre Gras der Wiese entspricht den wahrscheinlich zahlreichen, ausgestorbenen Stämmen, die wenigen noch grünen Halme dagegen den jetzt noch lebenden Phylen des Protistenreichs. Den gemeinsamen Boden der Wiese aber, aus dem alle hervorgesproßt sind, bildet das Protoplasma.

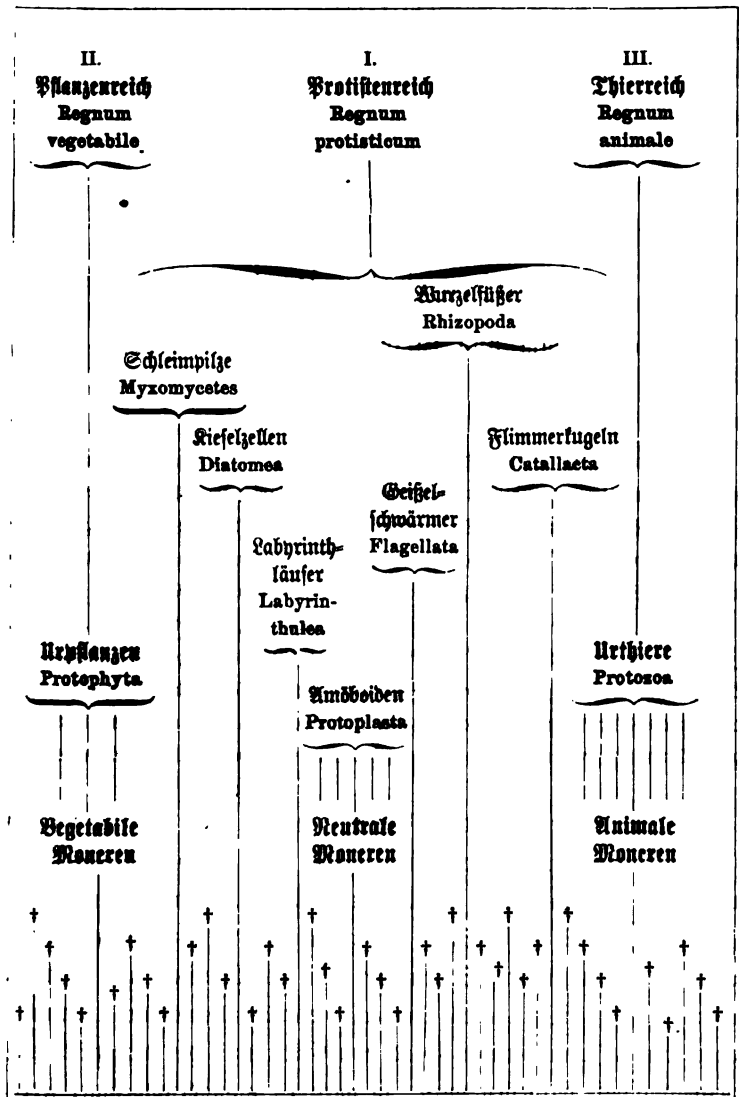
ſeits mit dem Thierſtamm nur ſehr locker. W
S. 398) als niedere Wurzelſchößlinge an
telbar aus der Wurzel jenes zweiſtämm
entwickelt haben, oder vielleicht als
gemeinſamen niederen Protiſten
ſchen den beiden divergirende
Thier- und Pflanzenreichs
klaſſen, mögen ſie nun a
menhängen oder nur e
den, würden in dieſ
reiche, noch mit d
den Organisme
Nehmen
ſcendenzhy
große A
haben
mei
r





NB. Die mit einem † bezeichneten Linien bedeuten ausgeſtorbene Protiſten-Stämme, welche durch wiederholte Urzeugungs-Akte ſelbſtſtändig entſtanden ſind.


II.
Pflanzen
Plantae
III.
Thiere
Animalia
Blumenpflanzen
Phanerogamae
Wirbelthiere
Vertebrata
Gliederthiere
Arthropoda
Weichthiere
Mollusca
Farne
Filicinae
Sternthiere
Echinoderma
Würmer
Vermes
Moſe
Muscinae
Flechten
Lichenes
Pflanzenthiere
Zoophyta
Tange
Algae
Pilze
Fungi
Urdarmthiere
Gastraeada
I.
Neutrale
Urweſen
Protista
Urpflanzen
Protophyta
Urthiere
Protozoa
Vegetabile
Moneren
Neutrale
Moneren
Animale
Moneren
Archigone Moneren
(Protoplasmaſtücke, durch Urzeugung entſtanden.)



NB. Die mit einem † bezeichneten Linien bedeuten ausgeſtorbene Protiſten-Stämme, welche durch wiederholte Urzeugungs-Akte ſelbſtſtändig entſtanden ſind.

Siebenzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Pflanzenreichs.

Das natürliche Syſtem des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in ſechs Hauptklaſſen und neunzehn Klaſſen. Unterreich der Blumenloſen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thalluspflanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange, Mostange. Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothallospflanzen. Moſe oder Muscinen (Lebermoſe, Laubmoſe). Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schaftfarne, Waſſerfarne, Zungenfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen. Nacktſamige oder Gymnoſpermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen. Meningos (Gnetaceen). Deckſamige oder Angioſpermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen). Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen.

Meine Herren! Jeder Verſuch, den wir zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer kleineren oder größeren Gruppe von blutsverwandten Organismen unternehmen, hat ſich zunächſt an das beſtehende „natürliche Syſtem" dieſer Gruppe anzulehnen. Denn obgleich das natürliche Syſtem der Thiere, Protiſten und Pflanzen niemals endgültig feſtgeſtellt werden, vielmehr immer nur einen mehr oder weniger annähernden Grad von Erkenntniß der wahren Blutsverwandtſchaft darſtellen wird, ſo wird es nichtsdeſtoweniger jederzeit die hohe Bedeutung eines hypothetiſchen Stammbaums behalten. Allerdings wollen die meiſten Zoologen, Protiſtiker und Botaniker durch ihr „natürliches Syſtem" nur im Lapidarſtyl die ſubjektiven Anſchauungen ausdrücken, die ein jeder von ihnen von der objektiven

„Formverwandtschaft“ der Organismen besitzt. Allein diese Formverwandtschaft ist ja im Grunde, wie Sie gesehen haben, nur die nothwendige Folge der wahren Blutsverwandtschaft. Daher wird jeder Morphologe, welcher unsere Erkenntniß des natürlichen Systems fördert, gleichzeitig, er mag wollen oder nicht, auch unsere Erkenntniß des Stammbaumes fördern. Je mehr das natürliche System seinen Namen wirklich verdient, je fester es sich auf die übereinstimmenden Resultate der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie gründet, desto sicherer dürfen wir dasselbe als den annähernden Ausdruck des wahren Stammbaums betrachten.

Indem wir uns nun zu unserer heutigen Aufgabe die Genealogie des Pflanzenreichs stecken, werden wir, jenem Grundsatze gemäß, zunächst einen Blick auf das natürliche System des Pflanzenreichs zu werfen haben, wie dasselbe heutzutage von den meisten Botanikern mit mehr oder minder unbedeutenden Abänderungen angenommen wird. Danach zerfällt zunächst die ganze Masse aller Pflanzenformen in zwei Hauptgruppen. Diese obersten Hauptabtheilungen oder Unterreiche sind noch dieselben, welche bereits vor mehr als einem Jahrhundert Carl Linné, der Begründer der systematischen Naturgeschichte, unterschied, und welche er Cryptogamen oder Geheimblühende und Phanerogamen oder Offenblühende nannte. Die letzteren theilte Linné in seinem künstlichen Pflanzensystem nach der verschiedenen Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße, sowie nach der Vertheilung der Geschlechtsorgane, in 23 verschiedene Klassen, und diesen fügte er dann als 24ste und letzte Klasse die Cryptogamen an.

Die Cryptogamen, die geheimblühenden oder blumenlosen Pflanzen, welche früherhin nur wenig beobachtet wurden, haben durch die eingehenden Forschungen der Neuzeit eine so große Mannichfaltigkeit der Formen und eine so tiefe Verschiedenheit im gröberen und feineren Bau offenbart, daß wir unter denselben nicht weniger als vierzehn verschiedene Klassen unterscheiden müssen, während wir die Zahl der Klassen unter den Blüthenpflanzen oder Phaneroga-

men auf fünf beſchränken können. Dieſe neunzehn Klaſſen des Pflanzenreichs aber gruppiren ſich naturgemäß wiederum dergeſtalt, daß wir im Ganzen ſechs Hauptklaſſen (oder Kladen, d. h. Aeſte) des Pflanzenreichs unterſcheiden können. Zwei von dieſen ſechs Hauptklaſſen fallen auf die Blüthenpflanzen, vier dagegen auf die Blüthenloſen. Wie ſich jene 19 Klaſſen auf dieſe ſechs Hauptklaſſen, und die letzteren auf die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs vertheilen, zeigt die nachſtehende Tabelle (S. 404).

Das Unterreich der Cryptogamen oder Blumenloſen kann man zunächſt naturgemäß in zwei Hauptabtheilungen oder Stammgruppen zerlegen, welche ſich in ihrem inneren Bau und in ihrer äußeren Form ſehr weſentlich unterſcheiden, nämlich die Thalluspflanzen und die Prothalluspflanzen. Die Stammgruppe der Thalluspflanzen umfaßt die beiden großen Hauptklaſſen der Tange oder Algen, welche im Waſſer leben, und der Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze), welche außerhalb des Waſſers, auf der Erde, auf Steinen, Baumrinden, auf verweſenden organiſchen Körpern u. ſ. w. wachſen. Die Stammgruppe der Prothalluspflanzen dagegen enthält die beiden formenreichen Hauptklaſſen der Moſe und Farne.

Alle Thalluspflanzen oder Thallophyten ſind ſofort daran zu erkennen, daß man an ihrem Körper die beiden morphologiſchen Grundorgane der übrigen Pflanzen, Stengel und Blätter, noch nicht unterſcheiden kann. Vielmehr iſt der ganze Leib aller Tange und aller Fadenpflanzen eine aus einfachen Zellen zuſammengeſetzte Maſſe, welche man als Laubkörper oder Thallus bezeichnet. Dieſer Thallus iſt noch nicht in Axorgane (Stengel und Wurzel) und Blattorgane differenzirt. Hierdurch, ſowie durch viele andere Eigenthümlichkeiten, ſtellen ſich die Thallophyten allen übrigen Pflanzen, nämlich den beiden Hauptgruppen der Prothalluspflanzen und der Blüthenpflanzen, gegenüber und man hat deshalb auch häufig die letzteren beiden als Stockpflanzen oder Cormophyten zuſammengefaßt. Das Verhältniß dieſer drei Stammgruppen zu

einander, entsprechend jenen beiden verschiedenen Auffassungen, macht Ihnen nachstehende Uebersicht deutlich:

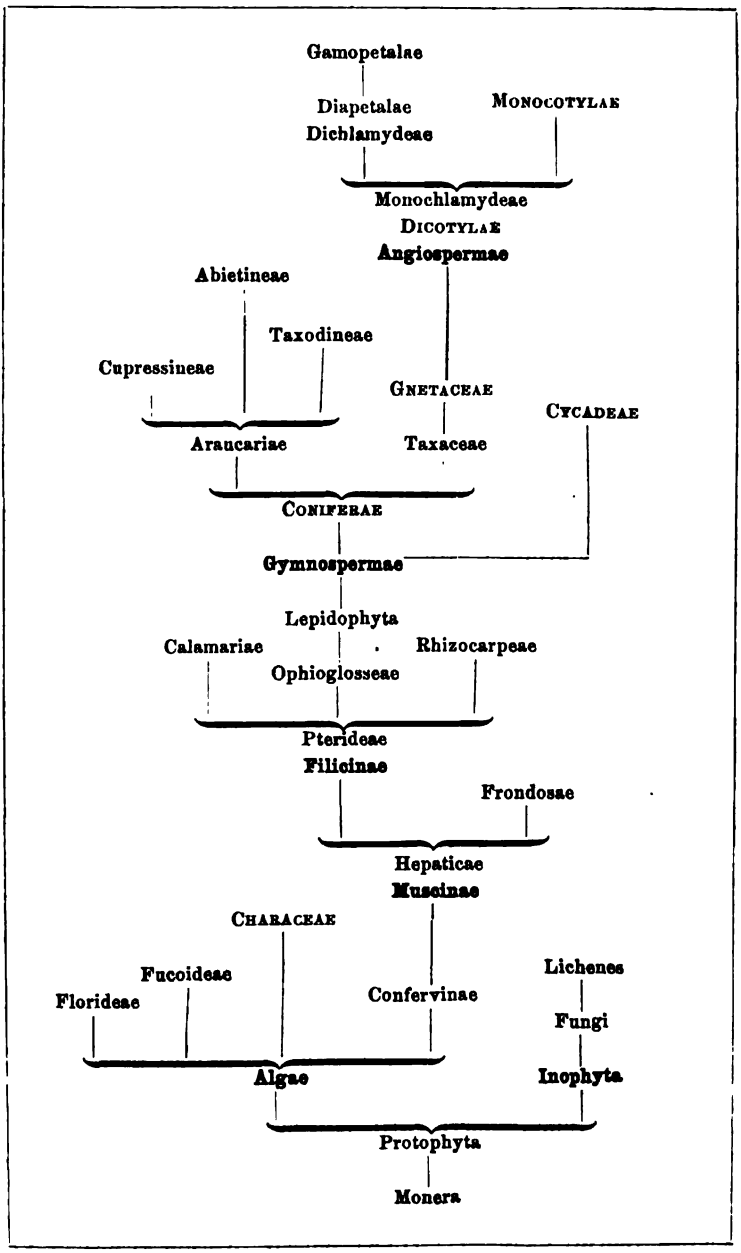
I. Blumenlose (Cryptogamae).	A. Thallospflanzen (Thallophyta).	I. Thallospflanzen (Thallophyta).
	B. Prothallospflanzen (Prothallota).	II. Stockpflanzen (Cormophyta).
II. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	C. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	

Die Stockpflanzen oder Cormophyten, in deren Organisation bereits der Unterschied von Axorganen (Stengel und Wurzel) und Blattorganen entwickelt ist, bilden gegenwärtig und schon seit sehr langer Zeit die Hauptmasse der Pflanzenwelt. Allein so war es nicht immer. Vielmehr fehlten die Stockpflanzen, und zwar nicht allein die Blumenpflanzen, sondern auch die Prothallospflanzen, noch gänzlich während jenes unermeßlich langen Zeitraums, welcher als das archolithische oder primordiale Zeitalter den Beginn und den ersten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet. Sie erinnern sich, daß während dieses Zeitraums sich die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichtensysteme ablagerten, deren Dicke zusammengenommen ungefähr 70,000 Fuß beträgt. Da nun die Dicke aller darüber liegenden jüngeren Schichten, von den devonischen bis zu den Ablagerungen der Gegenwart, zusammen nur ungefähr 60,000 Fuß erreicht, so konnten wir hieraus allein den auch aus anderen Gründen wahrscheinlichen Schluß ziehen, daß jenes archolithische oder primordiale Zeitalter eine längere Dauer besaß, als die ganze darauf folgende Zeit bis zur Gegenwart. Während dieses ganzen unermeßlichen Zeitraums, der vielleicht viele Millionen von Jahrhunderten umschloß, scheint das Pflanzenleben auf unserer Erde ausschließlich durch die Stammgruppe der Thallospflanzen, und zwar nur durch die Hauptklasse der wasserbewohnenden Thallospflanzen, durch die Tange oder Algen, vertreten gewesen zu sein. Wenigstens gehören alle versteinerten Pflanzenreste, welche wir mit Sicherheit aus der Primordialzeit kennen, ausschließlich dieser Hauptklasse an.

Syſtematiſche Ueberſicht

der ſechs Hauptklaſſen und neunzehn Klaſſen des Pflanzenreichs.

Stammgruppen oder Unterreiche des Pflanzenreichs	Hauptklaſſen oder Kladen des Pflanzenreichs	Klaſſen des Pflanzenreichs	Syſtematiſcher Name der Klaſſen
A. Thallus-Pflanzen *Thallophyta*	I. Tange *Algae*	1. Urpflanzen	1. Protophyta
		2. Grüntange	2. Confervinae
		3. Brauntange	3. Fucoideae
		4. Rothtange	4. Florideae
		5. Moostange	5. Characeae
	II. Fadenpflanzen *Inophyta*	6. Pilze	6. Fungi
		7. Flechten	7. Lichenes
B. Prothallus-Pflanzen *Prothallota*	III. Moſe *Muscinae*	8. Lebermoſe	8. Hepaticae *(Thallobrya)*
		9. Laubmoſe	9. Frondosae *(Phyllobrya)*
	IV. Farne *Filicinae*	10. Laubfarne	10. Pterideae *(Filices)*
		11. Schaftfarne	11. Calamariae *(Calamophyta)*
		12. Waſſerfarne	12. Rhizocarpeae *(Hydropterides)*
		13. Zungenfarne	13. Ophioglosseae *(Glossopterides)*
		14. Schuppenfarne	14. Lepidophyta *(Selaginei)*
C. Blumen-Pflanzen *Phanerogamae*	V. Nacktſamige *Gymnospermae*	15. Palmfarne	15 Cycadeae
		16. Nadelhölzer	16. Coniferae
		17. Wenings	17. Gnetaceae
	VI Deckſamige *Angiospermae*	18. Einkeimblättrige	18. Monocotylae
		19. Zweikeimblättrige	19. Dicotylae


Gamopetalae
Diapetalae
Dichlamydeae
Monocotylae
Monochlamydeae
Dicotylae
Angiospermae
Abietineae
Taxodineae
Cupressineae
Gnetaceae
Cycadeae
Araucariae
Taxaceae
Coniferae
Gymnospermae
Lepidophyta
Calamariae
Rhizocarpeae
Ophioglosseae
Pterideae
Filicinae
Frondosae
Hepaticae
Muscinae
Characeae
Fucoideae
Florideae
Confervinae
Lichenes
Fungi
Algae
Inophyta
Protophyta
Monera

Da auch alle Thierreſte dieſes ungeheueren Zeitraums nur waſſerbewohnenden Thieren angehören, ſo ſchließen wir daraus, daß landbewohnende Organismen damals noch gar nicht exiſtirten.

Schon aus dieſen Gründen muß die erſte und unvollkommenſte Hauptklaſſe des Pflanzenreichs, die Abtheilung der Tange oder Algen, für uns von ganz beſonderer Bedeutung ſein. Dazu kommt noch das hohe Intereſſe, welches uns dieſe Hauptklaſſe, auch an ſich betrachtet, gewährt. Trotz ihrer höchſt einfachen Zuſammenſetzung aus gleichartigen oder nur wenig differenzirten Zellen zeigen die Tange dennoch eine außerordentliche Mannichfaltigkeit verſchiedener Formen. Einerſeits gehören dazu die einfachſten und unvollkommenſten aller Gewächſe, andrerſeits ſehr entwickelte und eigenthümliche Geſtalten. Ebenſo wie in der Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit ihrer äußeren Formbildung unterſcheiden ſich die verſchiedenen Algengruppen auch in der Körpergröße. Auf der tiefſten Stufe finden wir die winzig kleinen Protococcus-Arten, von denen mehrere Hunderttauſend auf den Raum eines Stecknadelknopfs gehen. Auf der höchſten Stufe bewundern wir in den rieſenmäßigen Makrocyſten, welche eine Länge von 300—400 Fuß erreichen, die längſten von allen Geſtalten des Pflanzenreichs. Vielleicht iſt auch ein großer Theil der Steinkohlen aus Tangen entſtanden. Und wenn nicht aus dieſen Gründen, ſo müßten die Algen ſchon deshalb unſere beſondere Aufmerkſamkeit erregen, weil ſie die Anfänge des Pflanzenlebens bilden und die Stammformen aller übrigen Pflanzengruppen enthalten, vorausgeſetzt, daß unſere monophyletiſche Hypotheſe von einem gemeinſamen Urſprung aller Pflanzengruppen richtig iſt (vergl. S. 405).

Die meiſten Bewohner des Binnenlandes können ſich nur eine ſehr unvollkommene Vorſtellung von dieſer höchſt intereſſanten Hauptklaſſe des Pflanzenreichs machen, weil ſie davon nur die verhältnißmäßig kleinen und einfachen Vertreter kennen, welche das ſüße Waſſer bewohnen. Die ſchleimigen grünen Waſſerfäden und Waſſerflocken in unſeren Teichen und Brunnentrogen, die hellgrünen Schleimüberzüge auf allerlei Holzwerk, welches längere Zeit mit Waſſer in Be-

rührung war, die gelbgrünen schaumigen Schleimdecken auf den Tümpeln unserer Dörfer, die grünen Haarbüscheln gleichenden Fadenmassen, welche überall im stehenden und fließenden Süßwasser vorkommen, sind größtentheils aus verschiedenen Tangarten zusammengesetzt. Aber nur Diejenigen, welche die Meeresküste besucht haben, welche an den Küsten von Helgoland und von Schleswig-Holstein die ungeheuren Massen ausgeworfenen Seetangs bewundert, oder an den Felsenufern des Mittelmeeres die zierlich gestaltete und lebhaft gefärbte Tangvegetation auf dem Meeresboden selbst durch die klare blaue Fluth hindurch erblickt haben, wissen die Bedeutung der Tangklasse annähernd zu würdigen. Und dennoch geben selbst diese formenreichen untermeerischen Algenwälder der europäischen Küsten nur eine schwache Vorstellung von den kolossalen Sargassowäldern des atlantischen Oceans, jenen ungeheuren Tangbänken, welche einen Flächenraum von ungefähr 40,000 Quadratmeilen bedecken, und welche dem Columbus auf seiner Entdeckungsreise die Nähe des Festlandes vorspiegelten. Aehnliche, aber weit ausgedehntere Tangwälder wuchsen in dem primordialen Urmeere wahrscheinlich in dichten Massen, und wie zahllose Generationen dieser archolithischen Tange über einander hinstarben, bezeugen unter Anderen die mächtigen silurischen Alaunschiefer Schwedens, deren eigenthümliche Zusammensetzung wesentlich von jenen untermeerischen Algenmassen herrührt. Nach der neueren Ansicht des Bonner Geologen Friedrich Mohr ist sogar der größte Theil der Steinkohlenflötze aus den zusammengehäuften Pflanzenleichen der Tangwälder im Meere entstanden.

Wir unterscheiden in der Hauptklasse der Tange oder Algen fünf verschiedene Klassen, nämlich: 1. Urtange oder Protophyten, 2. Grüntange oder Conferviten, 3. Brauntange oder Fucoideen, 4. Rothtange oder Florideen, und 5. Mostange oder Characeen.

Die erste Klasse der Tange, die Urtange (Archephyceae) könnten auch Urpflanzen (Protophyta) genannt werden, weil dieselben die einfachsten und unvollkommensten von allen Pflanzen enthalten, und insbesondere jene ältesten aller pflanzlichen Organismen, welche

allen übrigen Pflanzen den Urſprung gegeben haben. Es gehören hierher alſo zunächſt jene allerälteſten vegetabiliſchen Moneren, welche im Beginne der laurentiſchen Periode durch Urzeugung entſtanden ſind. Ferner müſſen wir dahin alle jene Pflanzenformen von einfachſter Organiſation rechnen, welche aus jenen ſich zunächſt in laurentiſcher Zeit entwickelt haben, und welche den Formwerth einer einzigen Plaſtide beſaßen. Zunächſt waren dies ſolche Urpflänzchen, deren ganzer Körper eine einfachſte Cytode (eine kernloſe Plaſtide) bildete, und weiterhin ſolche, die bereits durch Sonderung eines Kernes im Plasma den höheren Formwerth einer einfachen Zelle erreicht hatten (vergl. oben S. 308). Noch in der Gegenwart leben verſchiedene einfachſte Tangformen, welche von dieſen urſprünglichen Urpflanzen ſich nur wenig entfernt haben. Dahin gehören die Tangfamilien der Codiolaceen, Protococcaceen, Desmidiaceen, Palmellaceen, Hydrodictyeen, und noch manche Andere. Auch die merkwürdige Gruppe der Phycochromaceen (Chroococcaceen und Oſcillarineen) würde hierher zu ziehen ſein, falls man dieſe nicht lieber als einen ſelbſtſtändigen Stamm des Protiſtenreichs anſehen will (vergl. S. 376).

Die monoplaſtiden Protophyten, d. h. die aus einer einzigen Plaſtide beſtehenden Urtange, ſind vom größten Intereſſe, weil hier der pflanzliche Organismus ſeinen ganzen Lebenslauf als ein einfachſtes „Individuum erſter Ordnung“ vollendet, entweder als kernloſe Cytode, oder als kernhaltige Zelle. Vorzüglich die Unterſuchungen von Alexander Braun und von Carl Nägeli, zwei um die Entwickelungs-Theorie ſehr verdienten Botanikern, haben uns näher mit denſelben bekannt gemacht. Zu den monocytoden Urpflanzen gehören die höchſt merkwürdigen Schlauchalgen oder Siphoneen, deren anſehnlicher Körper in wunderbarer Weiſe die Formen höherer Pflanzen nachahmt („Mimicry“). Manche von dieſen Siphoneen erreichen eine Größe von mehreren Fußen und gleichen einem zierlichen Moſe („Bryopsis“) oder einem Bärlappe oder gar einer vollkommenen Blüthenpflanze mit Stengel, Wurzeln und Blättern (Caulerpa, Fig. 17). Und dennoch beſteht dieſer ganze große und

Fig. 17. Caulerpa denticulata, ein monoplaſtide Siphonee in natürlicher Größe. Die ganze verzweigte Urpflanze, welche aus einem kriechenden Stengel mit Wurzelfaſer-Büſcheln und gezähnten Laubblättern zu beſtehen ſcheint, iſt in Wirklichkeit nur eine einzige Plaſtide, und zwar eine (kernloſe) Cytode, noch nicht einmal von dem Formwerth einer (kernhaltigen) Zelle.

vielfach äußerlich differenzirte Körper innerlich aus einem ganz einfachen Schlauche, der nur den Formwerth einer einzigen Cytode beſitzt. Dieſe wunderbaren Siphoneen, Vaucherien und Caulerpen zeigen uns, wie weit es die einzelne Cytode als ein einfachſtes Individuum erſter Ordnung durch fortgeſetzte Anpaſſung an die Verhältniſſe der Außenwelt bringen kann. Auch die einzelligen Urpflanzen, welche ſich durch den Beſitz eines Kernes von den monocytoden unterſcheiden, bilden durch vielſeitige Anpaſſung eine große Mannichfaltigkeit von zierlichen Formen, beſonders die reizenden Desmidiaceen, von denen als Beiſpiel in Fig. 18 eine Art von Euaſtrum abgebildet iſt. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ähnliche Urpflanzen, deren weicher Körper aber

Fig. 18. Euastrum rota, eine einzellige Desmidiacee, ſtark vergrößert. Der ganze zierliche ſternförmige Körper der Urpflanze hat den Formwerth einer einzigen Zelle. In der Mitte derſelben liegt der Kern nebſt Kernkörperchen.

nicht der foſſilen Erhaltung fähig war, in großer Maſſe und Mannichfaltigkeit einſt das laurentiſche Urmeer bevölkerten und einen großen Formenreichthum entfalteten, ohne doch die Individualitätsſtufe einer einfachen Plaſtide zu überſchreiten.

An die Urpflanzen oder Urtange ſchließt ſich als zweite Klaſſe der Algen zunächſt die Gruppe der **Grüntange** oder **Grünalgen** an (Confervinae oder Chlorophyceae). Gleich der Mehrzahl der erſteren ſind auch ſämmtliche Grüntange grün gefärbt, und zwar durch denſelben Farbſtoff, das Blattgrün oder Chlorophyll, welches auch die Blätter aller höheren Gewächſe grün färbt. Zu dieſer Klaſſe gehören außer einer großen Anzahl von niederen Seetangen die allermeiſten Tange des ſüßen Waſſers, die gemeinen Waſſerfäden oder Conferven, die grünen Schleimkugeln oder Glöoſphären, der hellgrüne Waſſerſalat oder die Ulven, welche einem ſehr dünnen und langen Salatblatte gleichen, ferner zahlreiche mikroſkopiſch kleine Tange, welche in dichter Maſſe zuſammengehäuft einen hellgrünen ſchleimigen Ueberzug über allerlei im Waſſer liegende Gegenſtände, Holz, Steine u. ſ. w. bilden, ſich aber durch die Zuſammenſetzung und Differenzirung ihres Körpers bereits über die einfachen Urtange erheben. Da die Grüntange, gleich den Urtangen, meiſtens einen ſehr weichen Körper beſitzen, waren ſie nur ſehr ſelten der Verſteinerung fähig. Es kann aber wohl nicht bezweifelt werden, daß auch dieſe Algenklaſſe, welche ſich zunächſt aus

der vorhergehenden entwickelt hat, gleich jener bereits während der laurentiſchen Zeit die ſüßen und ſalzigen Gewäſſer der Erde in der größten Ausdehnung und Mannichfaltigkeit bevölkerte.

In der dritten Klaſſe, derjenigen der Brauntange oder Schwarztange (Fucoideae oder Phacophyceae), erreicht die Hauptklaſſe der Algen ihren höchſten Entwickelungsgrad, wenigſtens in Bezug auf die körperliche Größe. Die charakteriſtiſche Farbe der Fucoideen iſt meiſt ein mehr oder minder dunkles Braun, bald mehr in Olivengrün und Gelbgrün, bald mehr in Braunroth und Schwarz übergehend. Hierher gehören die größten aller Tange, welche zugleich die längſten von allen Pflanzen ſind, die koloſſalen Rieſentange, unter denen Macrocystis pyrifera an der californiſchen Küſte eine Länge von 400 Fuß erreicht. Aber auch unter unſeren einheimiſchen Tangen gehören die anſehnlichſten Formen zu dieſer Gruppe, ſo namentlich der ſtattliche Zuckertang (Laminaria), deſſen ſchleimige olivengrüne Thalluskörper, rieſigen Blättern von 10—15 Fuß Länge, ½—1 Fuß Breite gleichend, in großen Maſſen an der Küſte der Nord- und Oſtſee ausgeworfen werden. Auch der in unſeren Meeren gemeine Blaſentang (Fucus vesiculosus), deſſen mehrfach gabelförmig geſpaltenes Laub durch viele eingeſchloſſene Luftblaſen, (wie bei vielen anderen Brauntangen) auf dem Waſſer ſchwimmend erhalten wird, gehört zu dieſer Klaſſe; ebenſo der freiſchwimmende Sargaſſotang (Sargussum bacciferum), welcher die ſchwimmenden Wieſen oder Bänke des Sargaſſomeeres bildet. Obwohl jedes Individuum von dieſen großen Tangbäumen aus vielen Millionen von Zellen zuſammengeſetzt iſt, beſteht es dennoch im Beginne ſeiner Exiſtenz, gleich allen höheren Pflanzen, aus einer einzigen Zelle, einem einfachen Ei. Dieſes Ei iſt z. B. bei unſerm gemeinen Blaſentang eine nackte, hüllenloſe Zelle, und iſt als ſolche den nackten Eiern niederer Seethiere, z. B. der Meduſen, zum Verwechſeln ähnlich (Fig. 19). Fucoideen oder Brauntange ſind es wahrſcheinlich zum größten Theile geweſen, welche während der Primordialzeit die charakteriſtiſchen Tangwälder dieſes endloſen Zeitraums zuſammengeſetzt haben. Die verſteinerten Reſte, welche

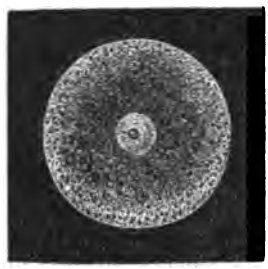


Fig. 19. Das Ei des gemeinen Blaſentang (Fucus vesiculosus), eine einfache nackte Zelle, ſtark vergrößert. In der Mitte der nackten Protoplasma-Kugel ſchimmert der helle Kern hindurch.

uns von denſelben (vorzüglich aus der ſiluriſchen Zeit) erhalten ſind, können uns allerdings nur eine ſchwache Vorſtellung davon geben, weil die Formen dieſer Tange, gleich den meiſten anderen, ſich nur ſchlecht zur Erhaltung im foſſilen Zuſtande eignen. Jedoch iſt vielleicht, wie ſchon bemerkt, ein großer Theil der Steinkohle aus denſelben zuſammengeſetzt.

Weniger bedeutend iſt die vierte Klaſſe der Tange, diejenige der Roſentange oder Rothtange (Florideae oder Rhodophyceae). Zwar entfaltet auch dieſe Klaſſe einen großen Reichthum verſchiedener Formen. Allein die meiſten derſelben ſind von viel geringerer Größe als die Brauntange. Uebrigens ſtehen ſie den letzteren an Vollkommenheit und Differenzirung der äußeren Form keineswegs nach, übertreffen dieſelben vielmehr in mancher Beziehung. Hierher gehören die ſchönſten und zierlichſten aller Tange, welche ſowohl durch die feine Fiederung und Zertheilung ihres Laubkörpers, wie durch reine und zarte rothe Färbung zu den reizendſten Pflanzen gehören. Die charakteriſtiſche rothe Farbe iſt bald ein tiefes Purpur-, bald ein brennendes Scharlach-, bald ein zartes Roſenroth, und geht einerſeits in violette und purpurblaue, andrerſeits in braune und grüne Tinten in bewunderungswürdiger Pracht über. Wer einmal eines unſerer nordiſchen Seebäder beſucht hat, wird gewiß ſchon mit Staunen die reizenden Formen dieſer Floridеen betrachtet haben, welche auf weißem Papier, zierlich angetrocknet, vielfach zum Verkaufe geboten werden. Die meiſten Rothtange ſind leider ſo zart, daß ſie gar nicht der Verſteinerung fähig ſind, ſo die prachtvollen Ptiloten, Plocamien, Deleſſerien u. ſ. w. Doch giebt es einzelne Formen, wie die Chondrien und Sphärococcen, welche einen härteren, oft faſt knorpelharten Thallus beſitzen, und von dieſen ſind uns auch manche verſteinerte Reſte.

namentlich aus den ſiluriſchen, devoniſchen und Kohlenſchichten, ſpäter beſonders aus dem Jura erhalten worden. Wahrſcheinlich nahm auch dieſe Klaſſe an der Zuſammenſetzung der archolithiſchen Tangflora weſentlichen Antheil.

Die fünfte und letzte Klaſſe unter den Algen bilden die Mostange (Characeae). Hierher gehören die tangartigen Armleuchterpflanzen (Chara) und Glanzmoſe (Nitella), welche mit ihren grünen, fadenförmigen, quirlartig von gabelſpaltigen Aeſten umſtellten Stengeln in unſeren Teichen und Tümpeln oft dichte Bänke bilden. Einerſeits nähern ſich die Characeen im anatomiſchen Bau, beſonders der Fortpflanzungsorgane, den Moſen und werden dieſen neuerdings unmittelbar angereiht. Andrerſeits ſtehen ſie durch viele Eigenſchaften tief unter den echten Moſen und ſchließen ſich vielmehr den Grüntangen oder Conferoinen an. Man könnte ſie daher wohl als übrig gebliebene und eigenthümlich ausgebildete Abkömmlinge von jenen Grüntangen betrachten, aus denen ſich die wahren Moſe entwickelt haben. Durch manche Eigenthümlichkeiten ſind übrigens die Characeen ſo ſehr von allen übrigen Pflanzen verſchieden, daß viele Botaniker ſie als eine beſondere Hauptabtheilung des Pflanzenreichs betrachten.

Was die Verwandtſchaftsverhältniſſe der verſchiedenen Tangklaſſen zu einander und zu den übrigen Pflanzen betrifft, ſo bilden höchſt wahrſcheinlich, wie ſchon bemerkt, die Urtange oder Archephyceen die gemeinſame Wurzel des Stammbaums, nicht allein für die verſchiedenen Tangklaſſen, ſondern für das ganze Pflanzenreich. Deshalb können ſie auch mit Recht als Urpflanzen oder Protophyten bezeichnet werden. Aus den nackten vegetabiliſchen Moneren, welche ſich im erſten Beginn der laurentiſchen Periode entwickelten, werden zunächſt Hüllcytoden entſtanden ſein (S. 308), indem der nackte, ſtrukturloſe Eiweißleib der Moneren ſich an der Oberfläche kruſtenartig verdichtete oder eine Hülle ausſchwitzte. Späterhin werden dann aus dieſen Hüllcytoden echte Pflanzenzellen geworden ſein, indem im Innern ſich ein Kern oder Nucleus von dem umgebenden Zellſtoff oder Plasma ſonderte. Die drei Klaſſen der Grüntange, Brauntange und Roth-

tange ſind vielleicht drei geſonderte Stämme, welche unabhängig von einander aus der gemeinſamen Wurzelgruppe der Urtange entſtanden ſind und ſich dann (ein jeder in ſeiner Art) weiter entwickelt und vielfach in Ordnungen und Familien verzweigt haben. Die Brauntange und Rothtange haben keine nähere Blutsverwandtſchaft zu den übrigen Klaſſen des Pflanzenreichs. Dieſe letzteren ſind vielmehr aus den Urtangen entſtanden, und zwar entweder direkt oder durch Vermittlung der Grüntange. Wahrſcheinlich ſind einerſeits die Moſe (aus welchen ſpäter die Farne ſich entwickelten) aus einer Gruppe der Grüntange, andrerſeits die Pilze und Flechten aus einer Gruppe der Urtange hervorgegangen. Die Phanerogamen haben ſich jedenfalls erſt viel ſpäter aus den Farnen entwickelt.

Als zweite Hauptklaſſe des Pflanzenreichs haben wir oben die Fadenpflanzen (Inophyta) angeführt. Wir verſtanden darunter die beiden naheverwandten Klaſſen der Flechten und Pilze. Es iſt möglich, daß dieſe Thalluspflanzen nicht aus den Urtangen entſtanden ſind, ſondern aus einem oder mehreren Moneren, die unabhängig von letzteren durch Urzeugung entſtanden. Insbeſondere erſcheint es denkbar, daß manche von den niederſten Pilzen, wie z. B. manche Gährungspilze, Mikrokokkus-Formen u. ſ. w. einer Anzahl von verſchiedenen archigonen (d. h. durch Urzeugung entſtandenen) Moneren ihren Urſprung verdanken. Jedenfalls ſind die Fadenpflanzen nicht als Stammeltern der höheren Pflanzenklaſſen zu betrachten. Sowohl die Flechten als die Pilze unterſcheiden ſich von dieſen durch die Zuſammenſetzung ihres weichen Körpers aus einem dichten Geflecht von ſehr langen, vielfach verſchlungenen, eigenthümlichen Fadenzellen, den ſogenannten Hyphen, weshalb wir ſie eben in der Hauptklaſſe der Fadenpflanzen zuſammenfaſſen. Irgend bedeutende foſſile Reſte konnten dieſelben wegen ihrer eigenthümlichen Beſchaffenheit nicht hinterlaſſen, und ſo können wir denn die paläontologiſche Entwickelung derſelben nur ſehr unſicher errathen.

Die erſte Klaſſe der Fadenpflanzen, die Pilze (Fungi), werden irrthümlich oft Schwämme genannt und daher mit den echten thieri-

ſchen Schwämmen oder Spongien verwechſelt. Sie zeigen einerſeits ſehr nahe Verwandtſchaftsbeziehungen zu den niederſten Algen; insbeſondere ſind die Tangpilze oder Phycomyceten (die Saprolegnieen und Peronoſporen) eigentlich nur durch den Mangel des Blattgrüns oder Chlorophylls von den vorher genannten Schlauchalgen oder Siphoneen (den Vaucherien und Caulerpen) verſchieden. Andrerſeits aber haben alle eigentlichen Pilze ſo viel Eigenthümliches und weichen namentlich durch ihre Ernährungsweiſe ſo ſehr von allen übrigen Pflanzen ab, daß man ſie als eine ganz beſondere Hauptgruppe des Pflanzenreichs betrachten könnte. Die übrigen Pflanzen leben größtentheils von anorganiſcher Nahrung, von einfachen Verbindungen, welche ſie zu verwickelteren zuſammenſetzen. Sie erzeugen Protoplasma durch Zuſammenſetzung von Waſſer, Kohlenſäure und Ammoniak. Sie athmen Kohlenſäure ein und Sauerſtoff aus. Die Pilze dagegen leben, gleich den Thieren, von organiſcher Nahrung, von verwickelten und lockeren Kohlenſtoffverbindungen, welche ſie von anderen Organismen erhalten und zerſetzen. Sie athmen Sauerſtoff ein und Kohlenſäure aus, wie die Thiere. Auch bilden ſie niemals das Blattgrün oder Chlorophyll, welches für die meiſten übrigen Pflanzen ſo charakteriſtiſch iſt. Ebenſo erzeugen ſie niemals Stärkemehl oder Amylum. Daher haben ſchon wiederholt hervorragende Botaniker den Vorſchlag gemacht, die Pilze ganz aus dem Pflanzenreiche zu entfernen und als ein beſonderes drittes Reich zwiſchen Thier- und Pflanzenreich zu ſetzen. Dadurch würde unſer Protiſtenreich einen ſehr bedeutenden Zuwachs erhalten. Die Pilze würden ſich hier den ſogenannten „Schleimpilzen“ oder Myxomyceten (die jedoch gar keine Hyphen bilden) zunächſt anſchließen. Da aber viele Pilze ſich auf geſchlechtlichem Wege fortpflanzen, und da die meiſten Botaniker, der herkömmlichen Anſchauung gemäß, die Pilze als echte Pflanzen betrachten, laſſen wir ſie hier im Pflanzenreiche ſtehen, und verbinden ſie mit den Flechten, denen ſie jedenfalls am nächſten verwandt ſind. Der phyletiſche Urſprung der Pilze wird wohl noch lange im Dunkeln bleiben. Die bereits angedeutete nahe

Verwandtſchaft der Phycomyceten und Siphoneen (beſonders der Saprolegnieen und Vaucherien) läßt daran denken, daß ſie von letzteren abſtammen. Die Pilze würden dann als Algen zu betrachten ſein, die durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben ganz eigenthümlich umgebildet ſind. Andrerſeits ſprechen jedoch auch manche Thatſachen für die Vermuthung, daß die niederſten Pilze ſelbſtſtändig aus archigonen Moneren entſprungen ſind.

Die zweite Klaſſe der Inophyten, die Flechten (Lichenes), ſind in phylogenetiſcher Beziehung ſehr merkwürdig. Die überraſchenden Entdeckungen der letzten Jahre haben nämlich gelehrt, daß jede Flechte eigentlich aus zwei ganz verſchiedenen Pflanzen zuſammengeſetzt iſt, aus einer niederen Algenform (Nostochaceae, Chroococcaceae) und aus einer paraſitiſchen Pilzform (Ascomycetes), welche auf der erſteren ſchmarotzt, und von den aſſimilirten Stoffen lebt, die dieſe bereitet. Die grünen, chlorophyllhaltigen Zellen (Gonidien), welche man in jeder Fechte findet, gehören der Alge an. Die farbloſen Fäden (Hyphen) dagegen, welche dicht verwebt die Hauptmaſſe des Flechtenkörpers bilden, gehören dem ſchmarotzenden Pilze an. Immer aber ſind beide Pflanzenformen, Pilz und Alge, die man doch als Angehörige zweier ganz verſchiedener Hauptklaſſen betrachtet, ſo feſt mit einander verbunden und ſo innig durchwachſen, daß Jedermann die Flechte als einen einheitlichen Organismus betrachtet. Die meiſten Flechten bilden mehr oder weniger unanſehnliche, formloſe oder unregelmäßig zerriſſene, kruſtenartige Ueberzüge auf Steinen, Baumrinden u. ſ. w. Die Farbe derſelben wechſelt in allen möglichen Abſtufungen vom reinſten Weiß, durch Gelb, Roth, Grün, Braun, bis zum dunkelſten Schwarz. Wichtig ſind viele Flechten in der Oekonomie der Natur dadurch, daß ſie ſich auf den trockenſten und unfruchtbarſten Orten, insbeſondere auf dem nackten Geſtein, anſiedeln können, auf welchem keine andere Pflanze leben kann. Die harte ſchwarze Lava, welche in vulkaniſchen Gegenden viele Quadratmeilen Boden bedeckt, und welche oft Jahrhunderte lang jeder Pflanzenanſiedelung den hartnäckigſten Widerſtand leiſtet, wird zuerſt immer von

Flechten bewältigt. Weiße oder graue Steinflechten (Stereocaulon) ſind es, welche auf den ödeſten und todteſten Lavafeldern mit der Urbarmachung des nackten Felſenbodens beginnen und denſelben für die nachfolgende höhere Vegetation erobern. Ihre abſterbenden Leiber bilden die erſte Dammerde, in welcher nachher Moſe, Farne und Blüthenpflanzen feſten Fuß faſſen können. Auch gegen klimatiſche Unbilden ſind die zähen Flechten unempfindlicher als alle anderen Pflanzen. Daher überziehen ihre trockenen Kruſten die nackten Felſen noch in den höchſten, großentheils mit ewigem Schnee bedeckten Gebirgshöhen, in denen keine andere Pflanze mehr ausdauern kann.

Indem wir nun die Pilze, Flechten und Tange, welche gewöhnlich als Thallospflanzen zuſammengefaßt werden, verlaſſen, betreten wir das Gebiet der zweiten großen Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, der Prothallospflanzen (Prothallota oder Prothallophyta), welche von Anderen als phyllogoniſche Kryptogamen bezeichnet werden (im Gegenſatz zu den Thallospflanzen oder thallogoniſchen Kryptogamen). Dieſes Gebiet umfaßt die beiden Hauptklaſſen der Moſe und Farne. Hier begegnen wir bereits allgemein (wenige der unterſten Stufen ausgenommen) der Sonderung des Pflanzenkörpers in zwei verſchiedene Grundorgane: Axenorgane (oder Stengel und Wurzel) und Blätter (oder Seitenorgane). Hierin gleichen die Prothallospflanzen bereits den Blumenpflanzen, und daher faßt man ſie neuerdings auch häufig mit dieſen als Stockpflanzen oder Cormophyten zuſammen. Andrerſeits aber gleichen die Moſe und Farne den Thallospflanzen durch den Mangel der Blumenbildung und der Samenbildung, und daher ſtellte ſie ſchon Linné mit dieſen als Kryptogamen zuſammen, im Gegenſatz zu den ſamenbildenden Pflanzen oder Blumenpflanzen (den Phanerogamen oder Anthophyten.)

Unter dem Namen „Prothallospflanzen" vereinigen wir die nächſtverwandten Moſe und Farne deshalb, weil bei Beiden ſich ein ſehr eigenthümlicher und charakteriſtiſcher Generationswechſel in der individuellen Entwickelung findet. Jede Art nämlich tritt in zwei verſchie-

denen Generationen auf, von denen man die eine gewöhnlich als Vorkeim oder Prothallium bezeichnet, die andere dagegen als den eigentlichen Stock oder Cormus des Moſes oder des Farns betrachtet. Die erſte und urſprüngliche Generation, der Vorkeim oder Prothallus, auch das Prothallium oder Protonema genannt, ſteht noch auf jener niederen Stufe der Formbildung, welche alle Thallospflanzen zeitlebens zeigen, d. h. es ſind Stengel und Blattorgane noch nicht geſondert, und der ganze zellige Körper des Vorkeims ſtellt einen einfachen Thallus dar. Die zweite und vollkommenere Generation der Moſe und Farne dagegen, der Stock oder Cormus, bildet einen viel höher organiſirten Körper, welcher wie bei den Blumenpflanzen in Stengel und Blatt geſondert iſt, ausgenommen bei den niederſten Moſen, bei welchen auch dieſe Generation noch auf der niederen Stufe der urſprünglichen Thallusbildung ſtehen bleibt. Mit Ausnahme dieſer letzteren erzeugt allgemein bei den Moſen und Farnen die erſte Generation, der thallusförmige Vorkeim, eine ſtockförmige zweite Generation mit Stengel und Blättern; dieſe erzeugt wiederum den Thallus der erſten Generation u. ſ. w. Es iſt alſo, wie bei dem gewöhnlichen einfachen Generationswechſel der Thiere, die erſte Generation der dritten, fünften u. ſ. w., die zweite dagegen der vierten, ſechſten u. ſ. w. gleich. (Vergl. oben S. 185.)

Von den beiden Hauptklaſſen der Prothallospflanzen ſtehen die Moſe im Allgemeinen auf einer viel tieferen Stufe der Ausbildung, als die Farne, und vermitteln durch ihre niederſten Formen (namentlich in anatomiſcher Beziehung) den Uebergang von den Thallospflanzen und ſpeciell von den Tangen zu den Farnen. Der genealogiſche Zuſammenhang der Moſe und Farne, welcher dadurch angedeutet wird, läßt ſich jedoch nur zwiſchen den unvollkommenſten Formen beider Hauptklaſſen nachweiſen. Die vollkommneren und höheren Gruppen der Moſe und Farne ſtehen in gar keiner näheren Beziehung zu einander und entwickeln ſich nach ganz entgegengeſetzten Richtungen hin. Jedenfalls ſind die Moſe direkt aus Thallospflanzen und zwar wahrſcheinlich aus Grüntangen entſtanden.

Die Farne dagegen ſtammen wahrſcheinlich von ausgeſtorbenen unbekannten Muscinen ab, die den niederſten der heutigen Lebermoſe ſehr nahe ſtanden. Für die Schöpfungsgeſchichte ſind die Farne von weit höherer Bedeutung als die Moſe.

Die Hauptklaſſe der Moſe (Muscinae, auch Musci oder Bryophyta genannt) enthält die niederen und unvollkommneren Pflanzen der Prothalloten-Gruppe, welche noch gefäßlos ſind. Meiſtens iſt ihr Körper ſo zart und vergänglich, daß er ſich nur ſehr ſchlecht zur kenntlichen Erhaltung in verſteinertem Zuſtande eignet. Daher ſind die foſſilen Reſte von allen Mosklaſſen ſelten und unbedeutend. Vermuthlich haben ſich die Moſe ſchon in ſehr früher Zeit aus den Thallospflanzen, und zwar aus den Grüntangen entwickelt. Waſſerbewohnende Uebergangsformen von letzteren zu den Moſen gab es wahrſcheinlich ſchon in der Primordialzeit und landbewohnende in der Primärzeit. Die Moſe der Gegenwart, aus deren ſtufenweis verſchiedener Ausbildung die vergleichende Anatomie Einiges auf ihre Genealogie ſchließen kann, zerfallen in zwei verſchiedene Klaſſen, nämlich in die Lebermoſe und die Laubmoſe.

Die erſte und ältere Klaſſe der Moſe, welche ſich unmittelbar an die Grüntange oder Conferwinen anreiht, bilden die Lebermoſe (Hepaticae oder Thallobrya). Die hierher gehörigen Moſe ſind meiſtens kleine und unanſehnliche, aber zierliche Pflänzchen. Die niederſten Formen derſelben beſitzen noch in beiden Generationen einen einfachen Thallus, wie die Thallospflanzen, ſo z. B. die Riccien und Marchantien. Die höheren Lebermoſe dagegen, die Jungermannien und Verwandte, beginnen allmählich Stengel und Blatt zu ſondern, und die höchſten ſchließen ſich unmittelbar an die Laubmoſe an. Die Lebermoſe zeigen durch dieſe Uebergangsbildung ihre direkte Abſtammung von den Thallophyten, und zwar von den Grüntangen an.

Diejenigen Moſe, welche der Laie gewöhnlich allein kennt, und welche auch in der That den hauptſächlichſten Beſtandtheil der ganzen Hauptklaſſe bilden, gehören zur zweiten Klaſſe, den Laubmoſen (Musci frondosi, Musci im engeren Sinne oder Phyllobrya).

Unter die Laubmoſe gehören die meiſten jener zierlichen Pflänzchen, die zu dichten Gruppen vereinigt den ſeidenglänzenden Mosteppich unſerer Wälder bilden, oder auch in Gemeinſchaft mit Lebermoſen und Flechten die Rinde der Bäume überziehen. Als Waſſerbehälter, welche die Feuchtigkeit ſorgfältig aufbewahren, ſind ſie für die Oekonomie der Natur von der größten Wichtigkeit. Wo der Menſch ſchonungslos die Wälder abholzt und ausrodet, da verſchwinden mit den Bäumen auch die Laubmoſe, welche ihre Rinde bedecken oder im Schutze ihres Schattens den Boden bekleiden und die Lücken zwiſchen den größeren Gewächſen ausfüllen. Mit den Laubmoſen verſchwinden aber die nützlichen Waſſerbehälter, welche Regen und Thau ſammeln und für die Zeiten der Trockniß aufbewahren. So entſteht eine troſtloſe Dürre des Bodens, welche das Aufkommen jeder ergiebigen Vegetation vereitelt. In dem größten Theile Süd-Europas, in Griechenland, Italien, Sicilien, Spanien ſind durch die rückſichtsloſe Ausrodung der Wälder die Moſe vernichtet und dadurch der Boden ſeiner nützlichſten Feuchtigkeitsvorräthe beraubt worden; die vormals blühendſten und üppigſten Landſtriche ſind in dürre, öde Wüſten verwandelt. Leider nimmt auch in Deutſchland neuerdings dieſe rohe Barbarei immer mehr überhand. Wahrſcheinlich haben die kleinen Laubmoſe jene außerordentlich wichtige Rolle ſchon ſeit ſehr langer Zeit, vielleicht ſeit Beginn der Primärzeit geſpielt. Da aber ihre zarten Leiber ebenſo wenig wie die der übrigen Moſe für die deutliche Erhaltung im foſſilen Zuſtande geeignet ſind, ſo kann uns hierüber die Paläontologie keine Auskunft geben.

Weit mehr als von den Moſen wiſſen wir durch die Verſteinerungskunde von den Farnen. Dieſe zweite Hauptklaſſe der Prothalluspflanzen hat eine außerordentliche Bedeutung für die Geſchichte der Pflanzenwelt gehabt. Die Farne, oder genauer ausgedrückt, die „farnartigen Pflanzen“ (Filicinae oder Pteridoidae, auch Pteridophyta oder Gefäßkryptogamen genannt), bildeten während eines außerordentlich langen Zeitraums, nämlich während des ganzen primären oder paläolithiſchen Zeitalters, die Hauptmaſſe der Pflanzen-

welt, so daß wir dasselbe geradezu als das Zeitalter der Farnwälder bezeichnen konnten. Seit Anbeginn der devonischen Zeit, in welcher zum ersten Male landbewohnende Organismen auftraten, während der Ablagerung der devonischen, carbonischen und permischen Schichten, überwogen die farnartigen Pflanzen so sehr alle übrigen, daß jene Benennung dieses Zeitalters in der That gerechtfertigt ist. In den genannten Schichtensystemen, vor allen aber in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenflötzen der carbonischen oder Steinkohlenzeit, finden wir so zahlreiche und zum Theil wohl erhaltene Reste von Farnen, daß wir uns daraus ein ziemlich lebendiges Bild von der ganz eigenthümlichen Landflora des paläolithischen Zeitalters machen können. Im Jahre 1855 betrug die Gesammtzahl der damals bekannten paläolithischen Pflanzenarten ungefähr Eintausend, und unter diesen befanden sich nicht weniger als 872 farnartige Pflanzen. Unter den übrigen 128 Arten befanden sich 77 Gymnospermen (Nadelhölzer und Palmfarne), 40 Thalluspflanzen (größtentheils Tange) und gegen 20 nicht sicher bestimmbare Cormophyten.

Wie schon vorher bemerkt, haben sich die Farne wahrscheinlich aus niederen Lebermosen hervorgebildet, und zwar schon im Beginn der Primärzeit, in der devonischen Periode. In ihrer Organisation erheben sich die Farne bereits bedeutend über die Mose und schließen sich in ihren höheren Formen schon an die Blumenpflanzen an. Während bei den Mosen noch ebenso wie bei den Thalluspflanzen der ganze Körper aus ziemlich gleichartigen, wenig oder nicht differenzirten Zellen zusammengesetzt ist, entwickeln sich im Gewebe der Farne bereits jene eigenthümlich differenzirten Zellenstränge, welche man als Pflanzengefäße und Gefäßbündel bezeichnet, und welche auch bei den Blumenpflanzen allgemein vorkommen. Daher vereinigt man wohl auch die Farne als „Gefäßkryptogamen" mit den Phanerogamen, und stellt diese „Gefäßpflanzen" den „Zellenpflanzen" gegenüber, d. h. den „Zellenkryptogamen" (Mosen und Thalluspflanzen.) Dieser hochwichtige Fortschritt in der Pflanzenorganisation, die Bildung der Gefäße und Gefäßbündel, fand demnach erst in der devonischen Zeit statt, also

im Beginn der zweiten und kleineren Hälfte der organiſchen Erdgeſchichte.

Die Hauptklaſſe der Farne oder Filicinen zerfällt in fünf verſchiedene Klaſſen, nämlich 1. die Laubfarne oder Pterideen, 2. die Schaftfarne oder Calamarien, 3. die Waſſerfarne oder Rhizocarpeen, 4. die Zungenfarne oder Ophioglosſeen, und 5. die Schuppenfarne oder Lepidophyten. Die bei weitem wichtigſte und formenreichſte von dieſen fünf Klaſſen, welche den Hauptbeſtandtheil der paläolithiſchen Wälder bildete, waren die Laubfarne, und demnächſt die Schuppenfarne. Dagegen traten die Schaftfarne und Zungenfarne ſchon damals mehr zurück, und von den Waſſerfarnen wiſſen wir nicht einmal mit Beſtimmtheit, ob ſie damals ſchon lebten. Es muß uns ſchwer fallen, uns eine Vorſtellung von dem ganz eigenthümlichen Charakter jener düſteren paläolithiſchen Farnwälder zu bilden, in denen der ganze bunte Blumenreichthum unſerer gegenwärtigen Flora noch völlig fehlte, und welche noch von keinem Vogel belebt wurden. Von Blumenpflanzen exiſtirten damals nur die beiden niederſten Klaſſen, die nacktſamigen Nadelhölzer und Palmfarne, deren einfache und unſcheinbare Blüthen kaum den Namen der Blumen verdienen.

Ueber die Phylogenie der Farne und der aus ihnen entſtandenen Gymnoſpermen ſind wir vorzüglich durch die ausgezeichneten Unterſuchungen aufgeklärt worden, welche 1872 Eduard Strasburger über „die Coniferen und die Gnetaceen", ſowie „über Azolla" u. ſ. w. veröffentlicht hat. Dieſer denkende Naturforſcher gehört, wie Charles Martins in Montpellier, zu der ſehr geringen Zahl von Botanikern, welche den fundamentalen Werth der Deſcendenz-Theorie vollſtändig begriffen und den mechaniſchen Cauſal-Zuſammenhang zwiſchen Ontogenie und Phylogenie verſtanden haben. Während die große Mehrzahl der Botaniker noch heute die in der Zoologie längſt eingebürgerte wichtige Unterſcheidung zwiſchen Homologie und Analogie, zwiſchen der morphologiſchen und phyſiologiſchen Vergleichung der Theile nicht kennt, hat Strasburger in ſeiner „vergleichenden Anatomie" der Gymnoſpermen dieſe Unterſchei-

dung und das biogenetiſche Grundgeſetz benützt, um die Grundzüge der Blutsverwandtſchaft dieſer wichtigen Pflanzengruppe feſtzuſtellen.

Als die Stammgruppe der Farne, die ſich zunächſt aus den Lebermoſen entwickelt hat, iſt die Klaſſe der Farne im engeren Sinne, der Laubfarne oder Wedelfarne, zu betrachten (Filices oder Phyllopterides, auch Pterideae genannt). In der gegenwärtigen Flora unſerer gemäßigten Zonen ſpielt dieſe Klaſſe nur eine untergeordnete Rolle, da ſie hier meiſtens nur durch die niedrigen ſtammloſen Farnkräuter vertreten iſt. In der heißen Zone dagegen, namentlich in den feuchten, dampfenden Wäldern der Tropengegenden, erhebt ſie ſich noch heutigentags zur Bildung der hochſtämmigen, palmenähnlichen Farnbäume. Dieſe ſchönen Baumfarne der Gegenwart, welche zu den Hauptzierden unſerer Gewächshäuſer gehören, können uns aber nur eine ſchwache Vorſtellung von den ſtattlichen und prachtvollen Laubfarnen der Primärzeit geben, deren mächtige Stämme damals dichtgedrängt ganze Wälder zuſammenſetzten. Man findet dieſe Stämme namentlich in den Steinkohlenflötzen der Carbonzeit maſſenhaft über einander gehäuft, und dazwiſchen vortrefflich erhaltene Abdrücke von den zierlichen Wedeln oder Blättern, welche in ſchirmartig ausgebreitetem Buſche den Gipfel des Stammes krönten. Die einfache oder mehrfache Zuſammenſetzung und Fiederung dieſer Wedel, der zierliche Verlauf der veräſtelten Nerven oder Gefäßbündel in ihrem zarten Laube iſt an den Abdrücken der paläolithiſchen Farnwedel noch ſo deutlich zu erkennen, wie an den Farnwedeln der Jetztzeit. Bei vielen kann man ſelbſt die Fruchthäufchen, welche auf der Unterfläche der Wedel vertheilt ſind, ganz deutlich erkennen. Nach der Steinkohlenzeit nahm das Uebergewicht der Laubfarne bereits ab, und ſchon gegen Ende der Sekundärzeit ſpielten ſie eine faſt ſo untergeordnete Rolle wie in der Gegenwart.

Aus den Laubfarnen oder Pterideen ſcheinen ſich als drei divergirende Aeſte die Calamarien, Ophioglofſeen und Rhizocarpeen entwickelt zu haben. Von dieſen drei Klaſſen ſind auf der niederſten Stufe die Schaftfarne ſtehen geblieben (Calamariae oder Calamo-

phyta). Sie umfaſſen drei verſchiedene Ordnungen, von denen nur eine noch gegenwärtig lebt, nämlich die Schafthalme oder Schachtelhalme (Equisetaceae). Die beiden anderen Ordnungen, die Rieſenhalme (Calamiteae) und die Sternblatthalme (Asterophylliteae), ſind längſt ausgeſtorben. Alle Schaftfarne zeichnen ſich durch einen hohlen und gegliederten Schaft, Stengel oder Stamm aus, an welchem Aeſte und Blätter, wenn ſie vorhanden ſind, quirlförmig um die Stengelglieder herumſtehen. Die hohlen Stengelglieder ſind durch Querſcheidewände von einander getrennt. Bei den Schafthalmen und Calamiten iſt die Oberfläche von längsverlaufenden parallelen Rippen durchzogen, wie bei einer cannelirten Säule, und die Oberhaut enthält ſo viel Kieſelerde, daß ſie zum Scheuern und Poliren verwendet werden kann. Bei den Sternblatthalmen oder Aſterophylliten waren die ſternförmig in Quirle geſtellten Blätter ſtärker entwickelt als bei den beiden anderen Ordnungen. In der Gegenwart leben von den Schaftfarnen nur noch die unanſehnlichen Schafthalme oder Equiſetum-Arten unſerer Sümpfe und Wieſen, welche während der ganzen Primär- und Sekundärzeit durch mächtige Bäume aus der Gattung Equisetites vertreten waren. Zur ſelben Zeit lebte auch die nächſtverwandte Ordnung der Rieſenhalme (Calamites), deren ſtarke Stämme gegen 50 Fuß Höhe erreichten. Die Ordnung der Sternblatthalme (Asterophyllites) dagegen enthielt kleinere, zierliche Pflanzen von ſehr eigenthümlicher Form, und blieb ausſchließlich auf die Primärzeit beſchränkt.

Am wenigſten bekannt von allen Farnen iſt uns die Geſchichte der dritten Klaſſe, der Wurzelfarne oder Waſſerfarne (Rhizocarpeae oder Hydropterides). In ihrem Bau ſchließen ſich dieſe im ſüßen Waſſer lebenden Farne einerſeits an die Laubfarne, andrerſeits an die Schuppenfarne an. Es gehören hierher die wenig bekannten Mosfarne (Salvinia), Kleefarne (Marsilea) und Pillenfarne (Pilularia) in den ſüßen Gewäſſern unſerer Heimath, ferner die größere ſchwimmende Azolla der Tropenteiche. Die meiſten Waſſerfarne ſind von zarter Beſchaffenheit und deshalb wenig zur Verſteinerung ge-

eignet. Daher mag es wohl rühren, daß ihre fossilen Reste so selten sind, und daß die ältesten derselben, die wir kennen, im Jura gefunden wurden. Wahrscheinlich ist aber die Klasse viel älter und hat sich bereits während der paläolithischen Zeit aus anderen Farnen durch Anpassung an das Wasserleben entwickelt.

Die vierte Farnklasse wird durch die Zungenfarne (Ophioglosseae oder Glossopterides) gebildet. Früher wurden diese Farne, zu welchen von unseren einheimischen Gattungen außer dem Ophioglossum auch das Botrychium gehört, nur als eine kleine Unterabtheilung der Laubfarne betrachtet. Sie verdienen aber deshalb den Rang einer besonderen Klasse, weil sie eine wichtige, phylogenetisch vermittelnde Zwischenform zwischen den Pteridеen und Lepidophyten darstellen und demnach auch zu den direkten Vorfahren der Blumenpflanzen zu rechnen sind.

Die fünfte und letzte Farnklasse bilden die Schuppenfarne (Lepidophyta oder Selagines). Wie die Zungenfarne aus den Laubfarnen, so sind später die Schuppenfarne aus den Zungenfarnen entstanden. Die Lepidophyten entwickelten sich höher als alle übrigen Farne und bilden bereits den Uebergang zu den Blumenpflanzen, die sich aus ihnen zunächst hervorgebildet haben. Nächst den Wedelfarnen waren sie am meisten an der Zusammensetzung der paläolithischen Farnwälder betheiligt. Auch diese Klasse enthält, gleichwie die Klasse der Schaftfarne, drei nahe verwandte, aber doch mehrfach verschiedene Ordnungen, von denen nur noch eine am Leben, die beiden anderen aber bereits gegen Ende der Steinkohlenzeit ausgestorben sind. Die heute noch lebenden Schuppenfarne gehören zur Ordnung der Bärlappe (Lycopodiaceae). Es sind meistens kleine und zierliche, moosähnliche Pflänzchen, deren zarter, in vielen Windungen schlangenartig auf dem Boden kriechender und vielverästelter Stengel dicht von schuppenähnlichen und sich deckenden Blättchen eingehüllt ist. Die zierlichen Lycopodium-Ranken unserer Wälder, welche die Gebirgsreisenden um ihre Hüte winden, werden Ihnen Allen bekannt sein, ebenso die noch zartere Selaginella, welche als

ſogenanntes „Rankenmoos“ den Boden unſerer Gewächshäuſer mit dichtem Teppich ziert. Die größten Bärlappe der Gegenwart leben auf den Sundainſeln und erheben ſich dort zu Stämmen von einem halben Fuß Dicke und 25 Fuß Höhe. Aber in der Primärzeit und Sekundärzeit waren noch größere Bäume dieſer Gruppe weit verbreitet, von denen die älteſten vielleicht zu den Stammeltern der Nadelhölzer gehören (Lycopodites). Die mächtigſte Entwickelung erreichte jedoch die Klaſſe der Schuppenfarne während der Primärzeit nicht in den Bärlappbäumen, ſondern in den beiden Ordnungen der Schuppenbäume (Lepidodendreae) und der Siegelbäume (Sigillarieae). Dieſe beiden Ordnungen treten ſchon in der Devonzeit mit einzelnen Arten auf, erreichen jedoch ihre maſſenhafte und erſtaunliche Ausbildung erſt in der Steinkohlenzeit, und ſterben bereits gegen Ende derſelben oder in der darauf folgenden permiſchen Periode wieder aus. Die Schuppenbäume oder Lepidodendren waren wahrſcheinlich den Bärlappen noch näher verwandt, als die Siegelbäume. Sie erhoben ſich zu prachtvollen, unveräſtelten und gerade aufſteigenden Stämmen, die ſich am Gipfel nach Art eines Kronleuchters gabelſpaltig in zahlreiche Aeſte theilten. Dieſe trugen eine mächtige Krone von Schuppenblättern und waren gleich dem Stamm in zierlichen Spirallinien von den Narben oder Anſatzſtellen der abgefallenen Blätter bedeckt. Man kennt Schuppenbäume von 40—60 Fuß Länge und 12—15 Fuß Durchmeſſer am Wurzelende. Einzelne Stämme ſollen ſelbſt mehr als hundert Fuß lang ſein. Noch viel maſſenhafter finden ſich in der Steinkohle die nicht minder hohen, aber ſchlankeren Stämme der merkwürdigen Siegelbäume oder Sigillarien angehäuft, die an manchen Orten hauptſächlich die Steinkohlenflötze zuſammenſetzen. Ihre Wurzelſtöcke hat man früher als eine ganz beſondere Pflanzenform (Stigmaria) beſchrieben. Die Siegelbäume ſind in vieler Beziehung den Schuppenbäumen ſehr ähnlich, weichen jedoch durch ihren anatomiſchen Bau ſchon mehrfach von dieſen und von den Farnen überhaupt ab. Vielleicht waren ſie den ausgeſtorbenen devoniſchen Lycopterideen nahe verwandt.

welche charakteriſtiſche Eigenſchaften der Bärlappe und der Laubfarne in ſich vereinigten, und welche Strasburger als die hypothetiſche Stammform der Blumenpflanzen (zunächſt der Nadelhölzer) betrachtet.

Indem wir nun die dichten Farnwälder der Primärzeit verlaſſen, welche vorzugsweiſe aus den Laubfarnen, aus den Schuppenbäumen und Siegelbäumen zuſammengeſetzt ſind, treten wir in die nicht minder charakteriſtiſchen Nadelwälder der Sekundärzeit hinüber. Damit treten wir aber zugleich aus dem Bereiche der blumenloſen und ſamenloſen Pflanzen oder Kryptogamen in die zweite Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, in das Unterreich der ſamenbildenden Pflanzen, der Blumenpflanzen oder Phanerogamen hinein. Dieſe formenreiche Abtheilung, welche die Hauptmaſſe der jetzt lebenden Pflanzenwelt, und namentlich die große Mehrzahl der landbewohnenden Pflanzen enthält, iſt jedenfalls viel jüngeren Alters, als die Abtheilung der Kryptogamen. Denn ſie kann erſt im Laufe des paläolithiſchen Zeitalters aus dieſer letzteren ſich entwickelt haben. Mit voller Gewißheit können wir behaupten, daß während des ganzen archolithiſchen Zeitalters, alſo während der erſten und längeren Hälfte der organiſchen Erdgeſchichte, noch gar keine Blumenpflanzen exiſtirten, und daß ſie ſich erſt während der Primärzeit aus farnartigen Kryptogamen entwickelten. Die anatomiſche und embryologiſche Verwandtſchaft der Phanerogamen mit dieſen letzteren iſt ſo innig, daß wir daraus mit Sicherheit auch auf ihren genealogiſchen Zuſammenhang, ihre wirkliche Blutsverwandtſchaft ſchließen können. Die Blumenpflanzen können unmittelbar weder aus Thallusphanzen noch aus Moſen, ſondern nur aus Farnen oder Filicinen entſtanden ſein. Höchſt wahrſcheinlich ſind die Schuppenfarne oder Lepidophyten, und zwar die vorher genannten Lycopterideen, welche der heutigen Selaginella ſehr nahe verwandt waren, die unmittelbaren Vorfahren der Phanerogamen geweſen.

Schon ſeit langer Zeit hat man auf Grund des inneren anatomiſchen Baues und der embryologiſchen Entwickelung das Unterreich

der Phanerogamen in zwei große Hauptklaſſen eingetheilt, in die Nacktſamigen oder Gymnoſpermen und in die Deckſamigen oder Angioſpermen. Dieſe letzteren ſind in jeder Beziehung vollkommener und höher organiſirt als die erſteren, und haben ſich erſt ſpäter, im Laufe der Sekundärzeit, aus jenen entwickelt. Die Gymnoſpermen bilden ſowohl anatomiſch als embryologiſch die vermittelnde Uebergangsgruppe von den Farnen zu den Angioſpermen.

Die niedere, unvollkommnere und ältere von den beiden Hauptklaſſen der Blumenpflanzen, die der Nacktſamigen (Gymnospermae oder Archispermae) erreichte ihre mannichfaltigſte Ausbildung und ihre weiteſte Verbreitung während der meſolithiſchen oder Sekundärzeit. Sie iſt für dieſes Zeitalter nicht minder charakteriſtiſch, wie die Farngruppe für das vorhergehende primäre, und wie die Angioſpermengruppe für das nachfolgende tertiäre Zeitalter. Wir konnten daher die Sekundärzeit auch als den Zeitraum der Gymnoſpermen, oder nach ihren bedeutendſten Vertretern als das Zeitalter der Nadelhölzer bezeichnen. Die Nacktſamigen zerfallen in drei Klaſſen, die Coniferen, Cycadeen und Gnetaceen. Wir finden verſteinerte Reſte derſelben bereits in der Steinkohle vor, und müſſen daraus ſchließen, daß der Uebergang von Schuppenfarnen in Gymnoſpermen bereits während der Steinkohlenzeit, oder vielleicht ſelbſt ſchon in der devoniſchen Zeit, erfolgt iſt. Immerhin ſpielen die Nacktſamigen während der ganzen folgenden Primärzeit nur eine ſehr untergeordnete Rolle und gewinnen die Herrſchaft über die Farne erſt im Beginn der Sekundärzeit.

Von den drei Klaſſen der Gymnoſpermen ſteht diejenige der Palmfarne oder Zamien (Cycadeae) auf der niederſten Stufe und ſchließt ſich, wie ſchon der Name ſagt, unmittelbar an die Farne an, ſo daß ſie ſelbſt von manchen Botanikern wirklich mit dieſer Gruppe in Syſteme vereinigt wurde. In der äußeren Geſtalt gleichen ſie ſowohl den Palmen, als den Farnbäumen oder baumartigen Laubfarnen, und tragen eine aus Fiederblättern zuſammengeſetzte Krone, welche entweder auf einem dicken niedrigen Strunke oder auf

einem schlanken, einfachen, säulenförmigen Stamme sitzt. In der Gegenwart ist diese einst formenreiche Klasse nur noch durch wenige, in der heißen Zone lebende, Formen dürftig vertreten, durch die niedrigen Zapfenfarne (Zamia), die dickstämmigen Brodfarne (Encephalartos), und die schlankstämmigen Rollfarne (Cycas). Man findet sie häufig in unseren Treibhäusern, wo sie gewöhnlich mit Palmen verwechselt werden. Eine viel größere Formenmannichfaltigkeit als die lebenden, bieten uns die ausgestorbenen und versteinerten Zapfenfarne, welche namentlich in der Mitte der Sekundärzeit (während der Juraperiode) in größter Masse auftraten und damals vorzugsweise den Charakter der Wälder bestimmten.

In größerer Formenmannichfaltigkeit als die Klasse der Palmfarne hat sich bis auf unsere Zeit der andere Zweig der Gymnospermengruppe erhalten, die Klasse der Nadelhölzer oder Zapfenbäume (Coniferae). Noch gegenwärtig spielen die dazu gehörigen Cypressen, Wachholder und Lebensbäume (Thuja), die Taxus und Ginkobäume (Salisburya), die Araucarien und Cedern, vor allen aber die formenreiche Gattung Pinus mit ihren zahlreichen und bedeutenden Arten, den verschiedenen Kiefern, Pinien, Tannen, Fichten, Lärchen u. s. w. in den verschiedensten Gegenden der Erde eine sehr bedeutende Rolle, und setzen ausgedehnte Waldgebiete fast allein zusammen. Doch erscheint diese Entwickelung der Nadelhölzer schwach im Vergleiche zu der ganz überwiegenden Herrschaft, welche sich diese Klasse während der älteren Sekundärzeit, in der Triasperiode, über die übrigen Pflanzen erworben hatte. Damals bildeten mächtige Zapfenbäume in verhältnißmäßig wenigen Gattungen und Arten, aber in ungeheuren Massen von Individuen beisammen stehend, den Hauptbestandtheil der mesolithischen Wälder. Sie rechtfertigen die Benennung der Sekundärzeit als des „Zeitalters der Nadelwälder", obwohl die Coniferen schon in der Jurazeit von den Cycadeen überflügelt wurden.

Die Stammgruppe der Coniferen spaltete sich schon frühzeitig in zwei Aeste, in die Araucarien einerseits, die Taxaceen oder Taxbäume andererseits. Von den ersteren stammt die Hauptmasse der Nadelhöl-

zer ab. Aus den letzteren hingegen entwickelte ſich die dritte Klaſſe der Gymnoſpermen, die Meningos oder Gnetaceae. Dieſe kleine, aber ſehr intereſſante Klaſſe enthält nur drei verſchiedene Gattungen: Gnetum, Welwitschia und Ephedra; ſie iſt aber von großer Bedeutung als die unmittelbare Uebergangsgruppe von den Coniferen zu den Angioſpermen, und zwar ſpeciell zu den Dicotylen.

Aus den Nadelwäldern der meſolithiſchen oder Sekundärzeit treten wir in die Laubwälder der caenolithiſchen oder Tertiärzeit hinüber und gelangen dadurch zur Betrachtung der ſechsten und letzten Hauptklaſſe des Pflanzenreichs, der Deckſamigen (Angiospermae oder Metaspermae). Die erſten ſicheren Verſteinerungen von Deckſamigen finden wir in den Schichten des Kreideſyſtems, und zwar kommen hier neben einander Reſte von den beiden Klaſſen vor, in welche man die Hauptklaſſe der Angioſpermen allgemein eintheilt, nämlich Einkeimblättrige oder Monocotylen und Zweikeimblättrige oder Dicotylen. Indeſſen iſt die ganze Gruppe wahrſcheinlich älteren Urſprungs und ſchon während der Trias-Periode entſtanden. Wir kennen nämlich eine Anzahl von zweifelhaften und nicht ſicher beſtimmbaren foſſilen Pflanzenreſten aus der Jurazeit und aus der Triaszeit, welche von manchen Botanikern bereits für Angioſpermen, von anderen dagegen für Gymnoſpermen gehalten werden. Was die beiden Klaſſen der Deckſamigen betrifft, Monocotylen und Dicotylen, ſo haben ſich höchſt wahrſcheinlich zunächſt aus den Gnetaceen die Dicotylen, hingegen die Monocotylen erſt ſpäter aus einer Seitenlinie oder einem Zweige der Dicotylen entwickelt.

Die Klaſſe der Einkeimblättrigen oder Einſamenlappigen (Monocotylae oder Monocotyledones, auch Endogenae genannt) umfaßt diejenigen Blumenpflanzen, deren Samen nur ein einziges Keimblatt oder einen ſogenannten Samenlappen (Cotyledon) beſitzt. Jeder Blattkreis ihrer Blume enthält in der großen Mehrzahl der Fälle drei Blätter, und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die gemeinſame Mutterpflanze aller Monocotylen eine regelmäßige und dreizählige Blüthe beſaß. Die Blätter ſind meiſtens einfach, von em-

fachen, graden Gefäßbündeln oder ſogenannten „Nerven“ durchzogen. Zu dieſer Klaſſe gehören die umfangreichen Familien der Binſen und Gräſer, Lilien und Schwertlilien, Orchideen und Dioscoreen, ferner eine Anzahl einheimiſcher Waſſerpflanzen, die Waſſerlinſen, Rohrkolben, Seegräſer u. ſ. w., und endlich die prachtvollen, höchſt entwickelten Familien der Aroideen und Pandaneen, der Bananen und Palmen. Im Ganzen iſt die Monocotylenklaſſe trotz aller Formenmannichfaltigkeit, die ſie in der Tertiärzeit und in der Gegenwart entwickelt hat, viel einförmiger organiſirt, als die Dicotylenklaſſe, und auch ihre geſchichtliche Entwickelung bietet ein viel geringeres Intereſſe. Da ihre verſteinerten Reſte meiſtens ſchwer zu erkennen ſind, ſo bleibt die Frage vorläufig noch offen, in welchem der drei großen ſekundären Zeiträume, Trias-, Jura- oder Kreidezeit, die Monocotylen aus den Dicotylen entſtanden ſind. Jedenfalls exiſtirten ſie bereits in der Kreidezeit.

Viel größeres hiſtoriſches und anatomiſches Intereſſe bietet in der Entwickelung ihrer untergeordneten Gruppen die zweite Klaſſe der Deckſamigen, die Zweikeimblättrigen oder Zweiſamenlappigen (Dicotylae oder Dicotyledones, auch Exogenae benannt). Die Blumenpflanzen dieſer Klaſſe beſitzen, wie ihr Name ſagt, gewöhnlich zwei Samenlappen oder Keimblätter (Cotyledonen). Die Grundzahl in der Zuſammenſetzung ihrer Blüthe iſt gewöhnlich nicht drei, wie bei den meiſten Monocotylen, ſondern vier oder fünf, oder ein Vielfaches davon. Ferner ſind ihre Blätter gewöhnlich höher differenzirt und mehr zuſammengeſetzt, als die der Monocotylen, und von gekrümmten, veräſtelten Gefäßbündeln oder „Adern“ durchzogen. Zu dieſer Klaſſe gehören die meiſten Laubbäume, und da dieſelbe in der Tertiärzeit ſchon ebenſo wie in der Gegenwart das Uebergewicht über die Gymnoſpermen und Farne beſaß, ſo konnten wir das caenolithiſche Zeitalter auch als das der Laubwälder bezeichnen.

Obwohl die Mehrzahl der Dicotylen zu den höchſten und vollkommenſten Pflanzen gehört, ſo ſchließt ſich doch die niederſte Abtheilung derſelben unmittelbar an die Gymnoſpermen, und zwar an

die Gnetaceen an. Bei den niederen Dicotylen ist, wie bei den Monocotylen, Kelch und Blumenkrone noch nicht gesondert. Man nennt sie daher Kelchblüthige (Monochlamydeae oder Apetalae). Diese Unterklasse ist ohne Zweifel als die Stammgruppe der Angiospermen anzusehen und existirte wahrscheinlich schon während der Trias- oder Jura-Zeit. Es gehören dahin die meisten kätzchentragenden Laubbäume: die Birken und Erlen, Weiden und Pappeln, Buchen und Eichen, ferner die nesselartigen Pflanzen: Nesseln, Hanf und Hopfen, Feigen, Maulbeeren und Rüstern, endlich die wolfsmilchartigen, lorbeerartigen, amaranthartigen Pflanzen u. s. w.

Erst später, in der Kreidezeit, erscheint die zweite und vollkommnere Unterklasse der Dicotylen, die Gruppe der Kronenblüthigen (Dichlamydeae oder Corolliflorae). Diese entstanden aus den Kelchblüthigen dadurch, daß sich die einfache Blüthenhülle der letzteren in Kelch und Krone differenzirte. Die Unterklasse der Kronenblüthigen zerfällt wiederum in zwei große Hauptabtheilungen oder Legionen, deren jede eine große Menge von verschiedenen Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten enthält. Die erste Legion führt den Namen der Sternblüthigen oder Diapetalen, die zweite den Namen der Glockenblüthigen oder Gamopetalen.

Die tiefer stehende und unvollkommnere von den beiden Legionen der Kronenblüthigen sind die Sternblüthigen (Diapetalae, auch Polypetalae oder Dialypetalae genannt). Hierher gehören die umfangreichen Familien der Doldenblüthigen oder Umbelliferen, der Kreuzblüthigen oder Cruciferen, ferner die Ranunculaceen und Crassulaceen, Wasserrosen und Cistrosen, Malven und Geranien, und neben vielen anderen namentlich noch die großen Abtheilungen der Rosenblüthigen (welche außer den Rosen die meisten unserer Obstbäume umfassen), und der Schmetterlingsblüthigen (welche unter anderen die Wicken, Bohnen, Klee, Ginster, Acacien und Mimosen enthalten). Bei allen diesen Diapetalen bleiben die Blumenblätter getrennt und verwachsen nicht mit einander, wie es bei den Gamopetalen der Fall ist. Die letzteren haben sich erst in der Tertiärzeit aus

n-Pflanzen, Phanerogamae.

ige
nae.

Decksamige Angiospermae.

Meringos. Gnetaceae.

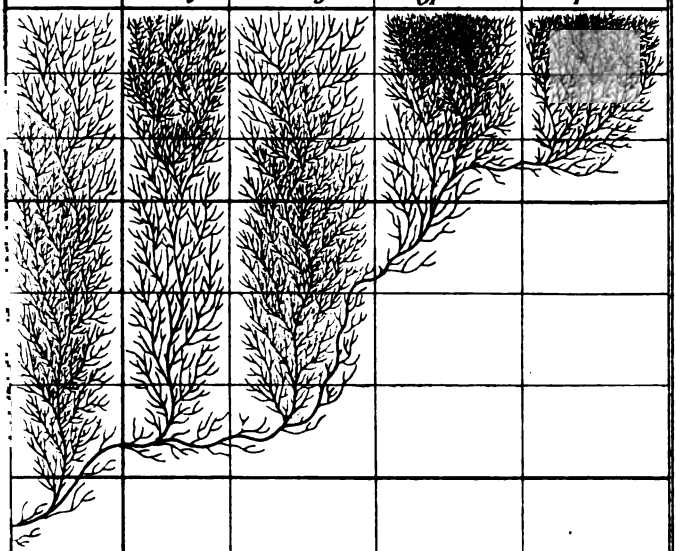
Einkeimblättrige. Monocotylae.

Zweikeimblättrige. Dicotylae.

Kelchblüthige. Monochlamydeae.

Sternblüthige Dialypetalae.

Glockenblüthige Gamopetalae.



der 5
nten:
0, 5,
2, 3
11, 5
32, 1
53, 6
100, 0

Einheitlicher
oder monophyletischer
Stammbaum des Pflanzenreichs
palaeontologisch begründet.

den Diapetalen entwickelt, während dieſe ſchon in der Kreidezeit neben den Kelchblüthigen auftraten.

Die höchſte und vollkommenſte Gruppe des Pflanzenreichs bildet die zweite Abtheilung der Kronenblüthigen, die Legion der Glockenblüthigen (Gamopetalae, auch Monopetalae oder Sympetalae genannt). Hier verwachſen die Blumenblätter, welche bei den übrigen Blumenpflanzen meiſtens ganz getrennt bleiben, regelmäßig zu einer mehr oder weniger glocken-, trichter- oder röhrenförmigen Krone. Es gehören hierher unter anderen die Glockenblumen und Winden, Primeln und Haidekräuter, Gentianen und Loniceren, ferner die Familie der Oelbaumartigen (Oelbaum, Liguſter, Flieder und Eſche) und endlich neben vielen anderen Familien die umfangreichen Abtheilungen der Lippenblüthigen (Labiaten) und der Zuſammengeſetztblüthigen (Compoſiten). In dieſen letzteren erreicht die Differenzirung und Vervollkommnung der Phanerogamenblüthe ihren höchſten Grad, und wir müſſen ſie daher als die vollkommenſten von allen an die Spitze des Pflanzenreichs ſtellen. Dem entſprechend tritt die Legion der Glockenblüthigen oder Gamopetalen am ſpäteſten von allen Hauptgruppen des Pflanzenreichs in der organiſchen Erdgeſchichte auf, nämlich erſt in der caenolithiſchen oder Tertiärzeit. Selbſt in der älteren Tertiärzeit iſt ſie noch ſehr ſelten, nimmt erſt in der mittleren langſam zu und erreicht erſt in der neueren Tertiärzeit und in der Quartärzeit ihre volle Ausbildung.

Wenn Sie nun, in der Gegenwart angelangt, nochmals die ganze geſchichtliche Entwickelung des Pflanzenreichs überblicken, ſo werden ſie nicht umhin können, darin lediglich eine großartige Beſtätigung der Deſcendenztheorie zu finden. Die beiden großen Grundgeſetze der organiſchen Entwickelung, die wir als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Daſein nachgewieſen haben, die Geſetze der Differenzirung und der Vervollkommnung, machen ſich in der Entwickelung der größeren und kleineren Gruppen des natürlichen Pflanzenſyſtems überall geltend. In jeder größeren und kleineren Periode der organi-

ſchen Erdgeſchichte nimmt das Pflanzenreich ſowohl an Mannichfaltigkeit, als an Vollkommenheit zu, wie Ihnen ſchon ein Blick auf Taf. IV deutlich zeigt. Während der ganzen langen Primordialzeit exiſtirt nur die niederſte und unvollkommenſte Hauptklaſſe der Tange. Zu dieſen geſellen ſich in der Primärzeit die höheren und vollkommneren Kryptogamen, insbeſondere die Hauptklaſſe der Farne. Schon während der Steinkohlenzeit beginnen ſich aus dieſen die Phanerogamen zu entwickeln, anfänglich jedoch nur durch die niedere Hauptklaſſe der Nacktſamigen oder Gymnoſpermen repräſentirt. Erſt während der Sekundärzeit geht aus dieſen die höhere Hauptklaſſe der Deckſamigen oder Angioſpermen hervor. Auch von dieſen ſind anfänglich nur die niederen, kronenloſen Gruppen, die Monocotylen und die Apetalen vorhanden. Erſt während der Kreidezeit entwickeln ſich aus letzteren die höheren Kronenblüthigen. Aber auch dieſe höchſte Abtheilung iſt in der Kreidezeit nur durch die tiefer ſtehenden Sternblüthigen oder Diapetalen vertreten, und ganz zuletzt erſt, in der Tertiärzeit, gehen aus dieſen die höher ſtehenden Glockenblüthigen oder Gamopetalen hervor, die vollkommenſten von allen Blumenpflanzen. So erhob ſich in jedem jüngeren Abſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte das Pflanzenreich ſtufenweiſe zu einem höheren Grade der Vollkommenheit und der Mannichfaltigkeit.

Achtzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

I. Urthiere, Pflanzenthiere, Wurmthiere.

Das natürliche Syſtem des Thierreichs. Syſtem von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Bär und Cuvier. Vermehrung derſelben auf ſieben Typen. Genealogiſche Bedeutung der ſieben Typen als ſelbſtſtändiger Stämme des Thierreichs. Monophyletiſche und polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe des Thierreichs. Abſtammung der Pflanzenthiere und Würmer von der Gaſträa. Gemeinſamer Urſprung der vier höheren Thierſtämme aus dem Würmerſtamm. Eintheilung der ſieben Thierſtämme in 16 Hauptklaſſen und 38 Klaſſen. Stamm der Urthiere. Urahnthiere (Moneren, Amoeben, Synamoeben, Planäaden). Gregarinen. Infuſionsthiere (Acineten und Ciliaten). Stamm der Pflanzenthiere. Gaſträaden (Gaſträa und Gaſtrula). Schwämme oder Spongien (Schleimſchwämme, Faſerſchwämme, Kalkſchwämme). Neſſelthiere oder Akalephen (Korallen, Schirmquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmthiere. Plattwürmer. Rundwürmer. Mosthiere. Mantelthiere. Räderthiere. Sternwürmer. Ringelwürmer.

Meine Herren! Das natürliche Syſtem der Organismen, welches wir ebenſo im Thierreich wie im Pflanzenreich zunächſt als Leitfaden für unſere genealogiſchen Unterſuchungen benutzen müſſen, iſt hier wie dort erſt neueren Urſprungs, und weſentlich durch die Fortſchritte unſeres Jahrhunderts in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bedingt. Die Klaſſifikationsverſuche des vorigen Jahrhunderts bewegten ſich faſt ſämmtlich noch in der Bahn des künſtlichen Syſtems, welches zuerſt Carl Linné in ſtrengerer Form aufgeſtellt hatte. Das künſtliche Syſtem unterſcheidet ſich von dem

natürlichen weſentlich dadurch, daß es nicht die geſammte Organiſation und die innere, auf der Blutsverwandtſchaft beruhende Formverwandtſchaft zur Grundlage der Eintheilung macht, ſondern nur einzelne und dazu meiſt noch äußerliche, leicht in die Augen fallende Merkmale. So unterſchied Linné ſeine 24 Klaſſen des Pflanzenreichs weſentlich nach der Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße. Ebenſo unterſchied Derſelbe im Thierreiche ſechs Klaſſen weſentlich nach der Beſchaffenheit des Herzens und des Blutes. Dieſe ſechs Klaſſen waren: 1. die Säugethiere; 2. die Vögel; 3. die Amphibien; 4. die Fiſche; 5. die Inſekten und 6. die Würmer.

Dieſe ſechs Thierklaſſen Linné's ſind aber keineswegs von gleichem Werthe, und es war ſchon ein wichtiger Fortſchritt, als Lamarck zu Ende des vorigen Jahrhunderts die vier erſten Klaſſen als Wirbelthiere (Vertebrata) zuſammenfaßte, und dieſen die übrigen Thiere, die Inſekten und Würmer Linné's, als eine zweite Hauptabtheilung, als Wirbelloſe (Invertebrata) gegenüberſtellte. Eigentlich griff Lamarck damit auf den Vater der Naturgeſchichte, auf Ariſtoteles zurück, welcher dieſe beiden großen Hauptgruppen bereits unterſchieden, und die erſteren Blutthiere, die letzteren Blutloſe genannt hatte.

Den nächſten großen Fortſchritt zum natürlichen Syſtem des Thierreichs thaten einige Decennien ſpäter zwei der verdienſtvollſten Zoologen, Carl Ernſt Bär und George Cuvier. Wie ſchon früher erwähnt wurde, ſtellten dieſelben faſt gleichzeitig, und unabhängig von einander, die Behauptung auf, daß mehrere grundverſchiedene Hauptgruppen im Thierreich zu unterſcheiden ſeien, von denen jede einen ganz eigenthümlichen Bauplan oder Typus beſitze. (Vergl. oben S. 48.) In jeder dieſer Hauptabtheilungen giebt es eine baumförmig verzweigte Stufenleiter von ſehr einfachen und unvollkommenen bis zu höchſt zuſammengeſetzten und entwickelten Formen. Der Ausbildungsgrad innerhalb eines jeden Typus iſt ganz unabhängig von dem eigenthümlichen Bauplan, der dem Typus als beſonderer Charakter zu Grunde liegt. Dieſer „Typus“

wird durch das eigenthümliche Lagerungsverhältniß der wichtigſten Körpertheile und die Verbindungsweiſe der Organe beſtimmt. Der Ausbildungsgrad dagegen iſt abhängig von der mehr oder weniger weitgehenden Arbeitstheilung oder Differenzirung der Plaſtiden und Organe. Dieſe außerordentlich wichtige und fruchtbare Idee begründete Bär, welcher ſich auf die individuelle Entwickelungsgeſchichte der Thiere ſtützte, viel klarer und tiefer als Cuvier, welcher ſich bloß an die Reſultate der vergleichenden Anatomie hielt. Doch erkannte weder dieſer noch jener die wahre Urſache jenes merkwürdigen Verhältniſſes. Dieſe wird uns erſt durch die Deſcendenztheorie enthüllt. Sie zeigt uns, daß der gemeinſame Typus oder Bauplan durch die Vererbung, der Grad der Ausbildung oder Sonderung dagegen durch die Anpaſſung bedingt iſt. (Gen. Morph. II, 10.)

Sowohl Bär als Cuvier unterſcheiden im Thierreich vier verſchiedene Typen oder Baupläne und theilen daſſelbe dem entſprechend in vier große Hauptabtheilungen (Zweige oder Kreiſe) ein. Die erſte von dieſen wird durch die Wirbelthiere (Vertebrata) gebildet, welche die vier erſten Klaſſen Linné's umfaſſen: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fiſche. Den zweiten Typus bilden die Gliederthiere (Articulata), welche die Inſekten Linné's, alſo die eigentlichen Inſekten, die Tauſendfüße, Spinnen und Krebſe, außerdem aber auch einen großen Theil der Würmer, insbeſondere die gegliederten Würmer, enthalten. Die dritte Hauptabtheilung umfaßt die Weichthiere (Mollusca): die Kracken, Schnecken, Muſcheln, und einige verwandte Gruppen. Der vierte und letzte Kreis des Thierreichs endlich iſt aus den verſchiedenen Strahlthieren (Radiata) zuſammengeſetzt, welche ſich auf den erſten Blick von den drei vorhergehenden Typen durch ihre „ſtrahlige", blumenähnliche Körperform unterſcheiden. Während nämlich bei den Weichthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren der Körper aus zwei ſymmetriſch-gleichen Seitenhälften beſteht, aus zwei Gegenſtücken oder Antimeren, von denen das eine das Spiegelbild des anderen darſtellt, ſo iſt dagegen bei den ſogenannten Strahlthieren der Körper aus mehr als zwei, gewöhnlich

vier, fünf oder ſechs Gegenſtücken zuſammengeſetzt, welche wie bei einer Blume um eine gemeinſame Hauptaxe gruppirt ſind. So auffallend dieſer Unterſchied zunächſt auch erſcheint, ſo iſt er doch im Grunde nur untergeordnet, und keineswegs hat die Strahlform bei allen „Strahlthieren“ dieſelbe Bedeutung.

Die Aufſtellung dieſer natürlichen Hauptgruppen, Typen oder Kreiſe des Thierreichs durch Bär und Cuvier war der größte Fortſchritt in der Klaſſifikation der Thiere ſeit Linné. Die drei Gruppen der Wirbelthiere, Gliederthiere und Weichthiere ſind ſo naturgemäß, daß ſie noch heutzutage in wenig verändertem Umfang beibehalten werden. Dagegen mußte die ganz unnatürliche Vereinigung der Strahlthiere bei genauerer Erkenntniß alsbald aufgelöſt werden. Zuerſt wies Leuckart 1848 nach, daß darunter zwei grundverſchiedene Typen vermiſcht ſeien, nämlich einerſeits die Sternthiere (Echinoderma): die Seeſterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken; andrerſeits die Pflanzenthiere (Coelenterata oder Zoophyta): die Schwämme, Korallen, Schirmquallen und Kammquallen.

Schon vorher (1845) hatte der ausgezeichnete Münchener Zoologe Siebold die Infuſionsthierchen oder Infuſorien mit den Wurzelfüßern oder Rhizopoden in einer beſonderen Hauptabtheilung als Urthiere (Protozoa) vereinigt. Dadurch ſtieg die Zahl der thieriſchen Typen oder Kreiſe auf ſechs. Endlich wurde dieſelbe noch dadurch um einen ſiebenten Typus vermehrt, daß die neueren Zoologen die Hauptabtheilung der Gliederthiere oder Articulaten in zwei Gruppen trennten, einerſeits die mit gegliederten Beinen verſehenen Gliederfüßer (Arthropoda), welche den Inſekten im Sinne Linné's entſprechen, nämlich die eigentlichen (ſechsbeinigen) Inſekten, die Tauſendfüße, Spinnen und Krebſe; andrerſeits die fußloſen oder mit ungegliederten Füßen verſehenen Würmer (Vermes). Dieſe letzteren umfaſſen nur die eigentlichen Würmer (die Ringelwürmer, Plattwürmer u. ſ. w.) und entſprechen daher keineswegs den Würmern im Sinne Linné's, welcher dazu auch noch die Weichthiere, Strahlthiere und viele andere niedere Thiere gerechnet hatte.

So wäre denn nach der Anschauung der neueren Zoologen, welche Sie fast in allen Hand- und Lehrbüchern der gegenwärtigen Thierkunde vertreten finden, das Thierreich aus sieben ganz verschiedenen Hauptabtheilungen oder Typen zusammengesetzt, deren jede durch einen charakteristischen, ihr ganz eigenthümlichen sogenannten Bauplan ausgezeichnet, und von jeder der anderen völlig verschieden ist. In dem natürlichen System des Thierreichs, welches ich Ihnen jetzt als den wahrscheinlichen Stammbaum desselben entwickeln werde, schließe ich mich im Großen und Ganzen dieser üblichen Eintheilung an, jedoch nicht ohne einige Modifikationen, welche ich in Betreff der Genealogie für sehr wichtig halte, und welche unmittelbar durch unsere historische Auffassung der thierischen Formbildung bedingt sind.

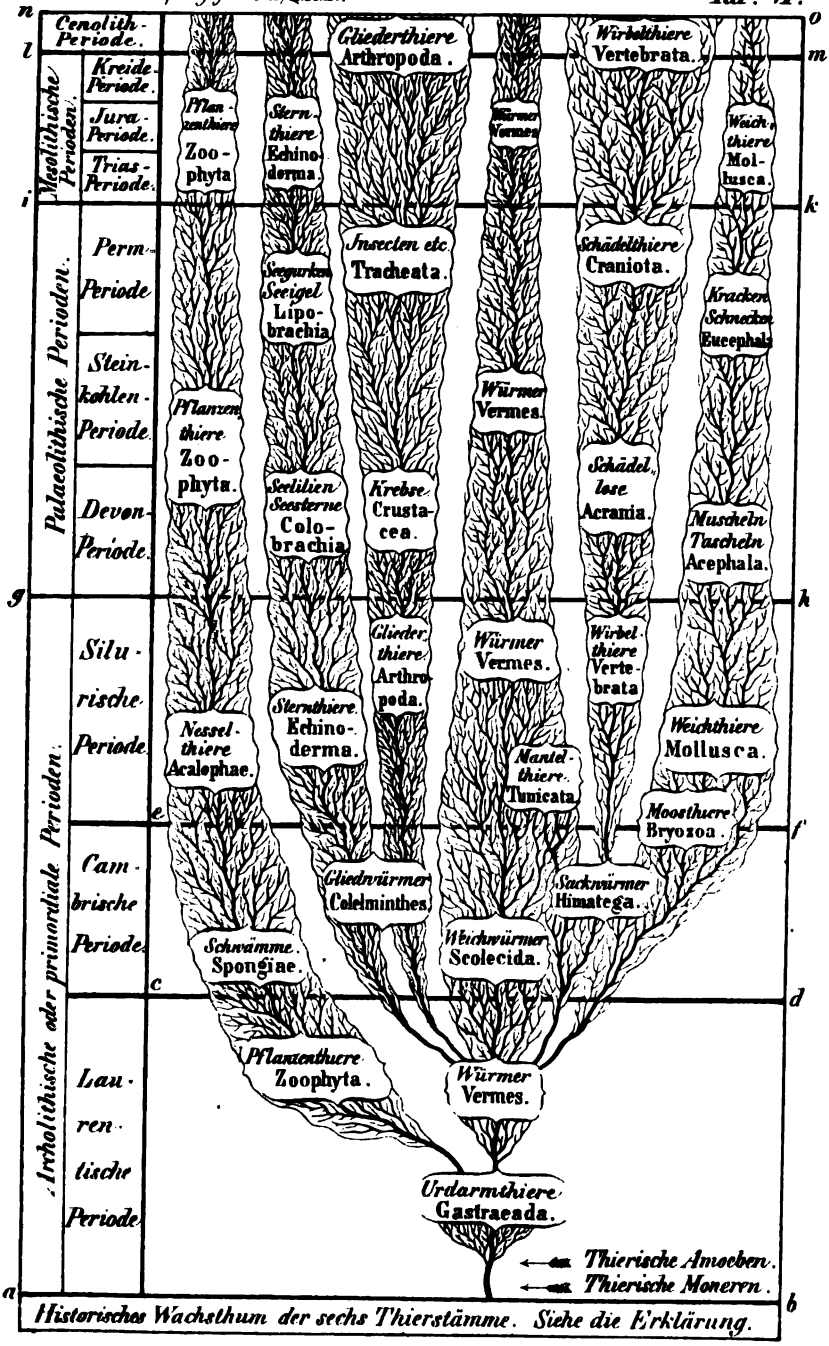
Ueber den Stammbaum des Thierreiches erhalten wir (ebenso wie über denjenigen des Pflanzenreiches) offenbar die sichersten Aufschlüsse durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie. Außerdem giebt uns auch über die historische Aufeinanderfolge vieler Gruppen die Paläontologie höchst schätzbare Auskunft. Zunächst können wir aus zahlreichen Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie auf die gemeinsame Abstammung aller derjenigen Thiere schließen, die zu einem jeden der genannten „Typen" gehören. Denn trotz aller Mannichfaltigkeit in der äußeren Form, welche innerhalb jedes dieser Typen sich entwickelt, ist dennoch die Grundlage des inneren Baues, das wesentliche Lagerungsverhältniß der Körpertheile, welches den Typus bestimmt, so constant, bei allen Gliedern jedes Typus so übereinstimmend, daß man dieselben eben wegen dieser inneren Formverwandtschaft im natürlichen System in einer einzigen Hauptgruppe vereinigen muß. Daraus folgt aber unmittelbar, daß diese Vereinigung auch im Stammbaum des Thierreichs stattfinden muß. Denn die wahre Ursache jener innigen Formverwandtschaft kann nur die wirkliche Blutsverwandtschaft sein. Wir können also ohne Weiteres den wichtigen Satz aufstellen, daß alle Thiere, welche zu einem und demselben Kreis oder Typus gehören, von einer und derselben ursprünglichen Stammform abstammen. Mit anderen

Worten, der Begriff des Kreiſes oder Typus, wie er in der Zoologie ſeit Bär und Cuvier für die wenigen oberſten Hauptgruppen oder „Unterreiche" des Thierreichs gebräuchlich iſt, fällt zuſammen mit dem Begriffe des Stammes oder Phylum, wie ihn die Deſcendenztheorie für die Geſammtheit derjenigen Organismen anwendet, welche höchſtwahrſcheinlich blutsverwandt ſind, und eine gemeinſame Wurzel beſitzen.

Wenn wir demgemäß die ganze Mannichfaltigkeit der thieriſchen Formen auf jene ſieben Grundformen zurückführen können, ſo tritt uns als zweites phylogenetiſches Problem die Frage entgegen: Wo kommen dieſe ſieben Thierſtämme her? Sind die ſieben urſprünglichen Stammformen derſelben ganz ſelbſtſtändigen Urſprungs, oder ſind auch ſie unter einander in entfernterem Grade blutsverwandt?

Anfänglich könnte man geneigt ſein, dieſe Frage in polyphyletiſchem Sinne dahin zu beantworten, daß für jeden der ſieben großen Thierſtämme mindeſtens eine ſelbſtſtändige und von den anderen gänzlich unabhängige Stammform angenommen werden muß. Allein bei eingehendem Nachdenken über dieſes ſchwierige Problem gelangt man doch ſchließlich zu der monophyletiſchen Ueberzeugung, daß auch dieſe ſieben Stammformen ganz unten an der Wurzel zuſammenhängen, daß auch ſie wieder von einer einzigen, gemeinſamen Urform abzuleiten ſind. Auch im Thierreich, wie im Pflanzenreich, gewinnt bei näherer und eingehenderer Betrachtung die einſtämmige oder monophyletiſche Deſcendenz-Hypotheſe das Uebergewicht über die entgegengeſetzte, vielſtämmige oder polyphyletiſche Hypotheſe.

Vor Allem und in erſter Linie iſt es die vergleichende Ontogenie, welche uns zu dieſer monophyletiſchen Ueberzeugung von dem einheitlichen Urſprunge des ganzen Thierreichs (nach Ausſchluß der Protiſten natürlich!) führt. Der Zoologe, welcher die individuelle Entwickelungsgeſchichte der Thierſtämme denkend vergleicht und die Bedeutung des biogenetiſchen Grundgeſetzes begriffen hat (S. 361), kann ſich der Ueberzeugung nicht verſchließen, daß auch für die ſieben ange-


Cenolith-Periode.
Mesolithische Perioden.
Kreide-Periode.
Jura-Periode.
Trias-Periode.
Palaeolithische Perioden.
Perm-Periode
Stein-kohlen-Periode
Devon-Periode
Silu-rische Periode
Cam-brische Periode
Laurentische Periode
Archolithische oder primordiale Perioden.
Pflanzenthiere Zoophyta
Sternthiere Echinoderma
Gliederthiere Arthropoda
Würmer Vermes
Wirbelthiere Vertebrata
Weichthiere Mollusca
Seegurken Seeigel Lipobrachia
Seelilien Seesterne Colobrachia
Insecten etc. Tracheata
Krebse Crustacea
Schädelthiere Craniota
Schädellose Acrania
Kracken Schnecken Cucephala
Muscheln Taschenthiere Acephala
Nesselthiere Acalephae
Sternthiere Echinoderma
Gliederthiere Arthropoda
Würmer Vermes
Wirbelthiere Vertebrata
Mantelthiere Tunicata
Weichthiere Mollusca
Moosthiere Bryozoa
Gliedwürmer Celelminthes
Sackwürmer Himatega
Weichwürmer Scolecida
Schwämme Spongiae
Pflanzenthiere Zoophyta
Würmer Vermes
Urdarmthiere Gastraeada
Thierische Amoeben
Thierische Moneren
Historisches Wachsthum der sechs Thierstämme. Siehe die Erklärung.

führten Thierſtämme eine gemeinſame Wurzelform angenommen werden muß, und daß alle Thiere mit Inbegriff des Menſchen von einer einzigen gemeinſamen Stammform abſtammen. Aus jenen ontogenetiſchen Thatſachen ergiebt ſich die nachſtehende phylogenetiſche Hypotheſe, welche ich in meiner „Gaſträa-Theorie" und in meiner „Philoſophie der Kalkſchwämme" näher erläutert habe (Monographie der Kalkſchwämme[50]), Band I, S. 464, 465 u. ſ. w. „Die Keimblätter-Theorie und der Stammbaum des Thierreichs").

Die erſte Stufe des organiſchen Lebens bildeten auch im Thierreiche (wie im Pflanzenreiche und Protiſtenreiche) ganz einfache Moneren, durch Urzeugung entſtanden. Noch jetzt wird die einſtmalige Exiſtenz dieſes denkbar einfachſten thieriſchen Formzuſtandes dadurch bezeugt, daß die Eizelle vieler Thiere nach eingetretener Befruchtung zunächſt ihren Kern verliert, ſomit auf die niedere Bildungsſtufe einer kernloſen Cytode zurückſinkt und dann einem Moner gleicht. Dieſen merkwürdigen Vorgang deute ich nach dem Geſetze der latenten Vererbung (S. 184) als einen phylogenetiſchen Rückſchlag der Zellenform in die urſprüngliche Cytodenform. Die Monerula, wie wir dieſe kernloſe Ei-Cytode nennen können, wiederholt nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze (S. 361) die älteſte aller Thierformen, die gemeinſame Stammform des Thierreichs, das Moner.

Der zweite ontogenetiſche Vorgang beſteht darin, daß ſich in der Monerula ein neuer Kern bildet, und ſomit die kernloſe Ei-Cytode ſich auf's Neue zu dem Form-Werthe einer wahren Ei-Zelle erhebt. Dem entſprechend haben wir als die zweite phylogenetiſche Stammform des Thierreichs die einfache kernhaltige thieriſche Zelle, oder das einzellige Urthier anzuſehen, welches noch heute in den Amoeben der Gegenwart uns lebendig vor Augen tritt. Gleich dieſen noch jetzt lebenden einfachen Amoeben, und gleich den nackten, davon nicht zu unterſcheidenden Eizellen vieler niederen Thiere (der Schwämme, Meduſen u. ſ. w.), waren auch jene uralten phyletiſchen Stamm-Amoeben ganz einfache nackte Zellen, die ſich mittelſt formwechſelnder Fortſätze kriechend in dem laurentiſchen Urmeere umherbe-

wegten und auf dieſelbe Weiſe, wie die heutigen Amoeben, ernährten und fortpflanzten (vergl. S. 169 und 380). Die Exiſtenz dieſer einzelligen, einer Amoeba gleichen Stammform des ganzen Thierreichs wird unwiderleglich durch die höchſt wichtige Thatſache bewieſen, daß das Ei aller Thiere, vom Schwamm und vom Wurm bis zur Ameiſe und zum Menſchen hinauf eine einfache Zelle iſt.

Aus dem einzelligen Zuſtande entwickelte ſich in dritter Linie der einfachſte vielzellige Zuſtand, nämlich ein Haufen oder eine kleine Gemeinde von einfachen, gleichartigen Zellen. Noch jetzt entſteht bei der ontogenetiſchen Entwickelung jeder thieriſchen Eizelle durch wiederholte Theilung derſelben zunächſt ein kugeliger Haufen von lauter gleichartigen nackten Zellen (vergl. S. 170 und Taf. XVI, Fig. 3). Wir nannten dieſen Zellenhaufen wegen ſeiner Aehnlichkeit mit einer Maulbeere oder Brombeere das Maulbeer-Stadium (Morula). In allen verſchiedenen Thierſtämmen kehrt dieſer Morula-Körper in derſelben einfachen Geſtalt wieder, und gerade aus dieſem äußerſt wichtigen Umſtande können wir nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze mit der größten Sicherheit ſchließen, daß auch die älteſte vielzellige Stammform des Thierreichs einer ſolchen Morula glich, und einen einfachen Haufen von lauter amoebenartigen, unter ſich gleichen Urzellen darſtellte. Wir wollen dieſe älteſte Amoeben-Geſellſchaft, dieſe einfachſte Thierzellen-Gemeinde, welche durch die Morula rekapitulirt wird, Synamoebium nennen.

Aus dem Synamoebium entwickelte ſich weiterhin in früher laurentiſcher Urzeit eine vierte Stammform des Thierreichs, welche wir Flimmerſchwärmer (Planaea) nennen wollen. Dieſe letztere entſtand aus dem erſteren dadurch, daß im Inneren des kugeligen Zellenhaufens ſich Flüſſigkeit anſammelte. Dadurch wurden die ſämmtlichen gleichartigen Zellen an die Oberfläche gedrängt und bildeten nunmehr als einfache Zellenſchicht die dünne Wand einer kugeligen Blaſe. Die amoeboiden Fortſätze der Zellen begannen ſich raſcher und regelmäßiger zu bewegen und verwandelten ſich in bleibende Flimmerhaare. Durch die Flimmerbewegung dieſer letzteren wurde

der ganze vielzellige Körper in kräftigere und ſchnellere Bewegung verſetzt, und ging aus der kriechenden in die ſchwimmende Ortsbewegung über. In ganz derſelben Weiſe geht noch gegenwärtig in der Ontogeneſe niederer Thiere aus den verſchiedenſten Thierſtämmen die Morula in eine flimmernde Larvenform über, welche ſchon ſeit dem Jahre 1847 unter dem Namen der Planula bekannt iſt. Dieſe Planula iſt ein blaſenförmiger, bald kugeliger, bald eiförmiger oder länglich runder Körper, welcher mittelſt Flimmerbewegung im Waſſer umherſchwimmt. Die dünne Wand der kugeligen mit Flüſſigkeit gefüllten Blaſe beſteht aus einer einzigen Schicht von flimmernden Zellen, ähnlich wie bei der Magoſphära (S. 384).

Aus dieſer Planula oder Flimmerlarve entwickelt ſich bei Thieren aller Stämme weiterhin zunächſt eine außerordentlich wichtige und intereſſante Thierform, welche ich in meiner Monographie der Kalkſchwämme mit dem Namen Gastrula (d. h. Magenlarve oder Darmlarve) belegt habe (Taf. XVI, Fig. 5, 6). Dieſe Gaſtrula gleicht äußerlich der Planula, unterſcheidet ſich aber weſentlich dadurch von ihr, daß ihr innerer Hohlraum ſich durch eine Mündung nach außen öffnet und daß die Zellenwand deſſelben nicht einſchichtig, ſondern zweiſchichtig iſt. Der Hohlraum iſt der „Urdarm“ oder „Urmagen“ (Progaster), die erſte Anlage des ernährenden Darmkanals; ſeine Oeffnung iſt der „Urmund“ (Prostoma), die erſte Mundöffnung. Die beiden Zellenſchichten der Darmwand, welche zugleich die Körperwand der hohlen Gaſtrula iſt, ſind „die beiden primären Keimblätter: Hautblatt und Darmblatt“. Die höchſt wichtige Larvenform der Gaſtrula kehrt in derſelben Geſtalt in der Ontogeneſe von Thieren aller Stämme wieder: bei den Schwämmen, Meduſen, Korallen, Würmern, Mantelthieren, Sternthieren, Weichthieren, ja ſogar bei den niederſten Wirbelthieren (Amphioxus, vergl. S. 510, Taf. XII, Fig. B4; Ascidia, ebendaſelbſt Fig. A4).

Aus der ontogenetiſchen Verbreitung der Gaſtrula bei den verſchiedenſten Thierklaſſen, von den Pflanzenthieren bis zu den Wirbelthieren hinauf, können wir nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze mit

Formwerth der fünf erſten Entwickelungsſtufen des Thierkörpers, verglichen in der individuellen und phyletiſchen Entwickelung	Ontogenesis. Die fünf erſten Stufen der Keimes-Entwickelung	Phylogenesis. Die fünf erſten Stufen der Stammes-Entwickelung
Erſtes Entwickelungs-Stadium **Eine einfachſte Cytode** (Eine kernloſe Plaſtide)	1. **Monerula** Kernloſes Thier-Ei (der Eikern ſchwindet nach der Befruchtung)	1. **Moneres** Aelteſte animale Moneren (durch Urzeugung entſtanden)
Zweites Entwickelungs-Stadium **Eine einfache Zelle** (Eine kernhaltige Plaſtide)	2. **Ovulum** Kernhaltiges Thier-Ei (einfache Eizelle)	2. **Amoeba** Aelteſte animale Amoeben
Drittes Entwickelungs-Stadium **Eine ſolide Gemeinde** (ein Aggregat) **von gleichartigen einfachen Zellen**	3. **Morula** (Maulbeerdotter) Kugeliger Haufen von gleichartigen „Furchungskugeln“	3. **Synamoebium** (Amoebenſtock) Aelteſte Haufen von geſelligen gleichartigen „Amoeben“
Viertes Entwickelungs-Stadium Eine kugelige oder eiförmige, mit Flüſſigkeit gefüllte **Blaſe, deren dünne Wand aus einer einzigen Schicht von gleichartigen flimmernden Zellen beſteht.**	4. **Planula** (Flimmerlarve) Hohle blaſenförmige Larve (oder Embryo), deren dünne Wand aus einer einzigen flimmernden Zellenſchicht beſteht.	4. **Planaea** (Flimmerſchwärmer) Hohles blaſenförmiges Urthier, deſſen dünne Wand aus einer einzigen flimmernden Zellenſchicht beſteht.
Fünftes Entwickelungs-Stadium Ein kugeliger oder eiförmiger **Körper mit einfacher Darmhöhle und Mundöffnung: Darmwand aus zwei Blättern zuſammengeſetzt:** außen flimmerndes Exoderm (Dermalblatt); innen flimmerloſes Entoderm (Gaſtralblatt)	5. **Gastrula** (Darmlarve) Vielzellige Larve mit Darm und Mund; Darmwand zweiblättrig (Urſprüngliche Keimform der Darmthiere)	5. **Gastraea** Vielzelliges Darmthier mit Darm und Mund; Darmwand zweiblättrig (Urſprüngliche Stammform der Darmthiere)

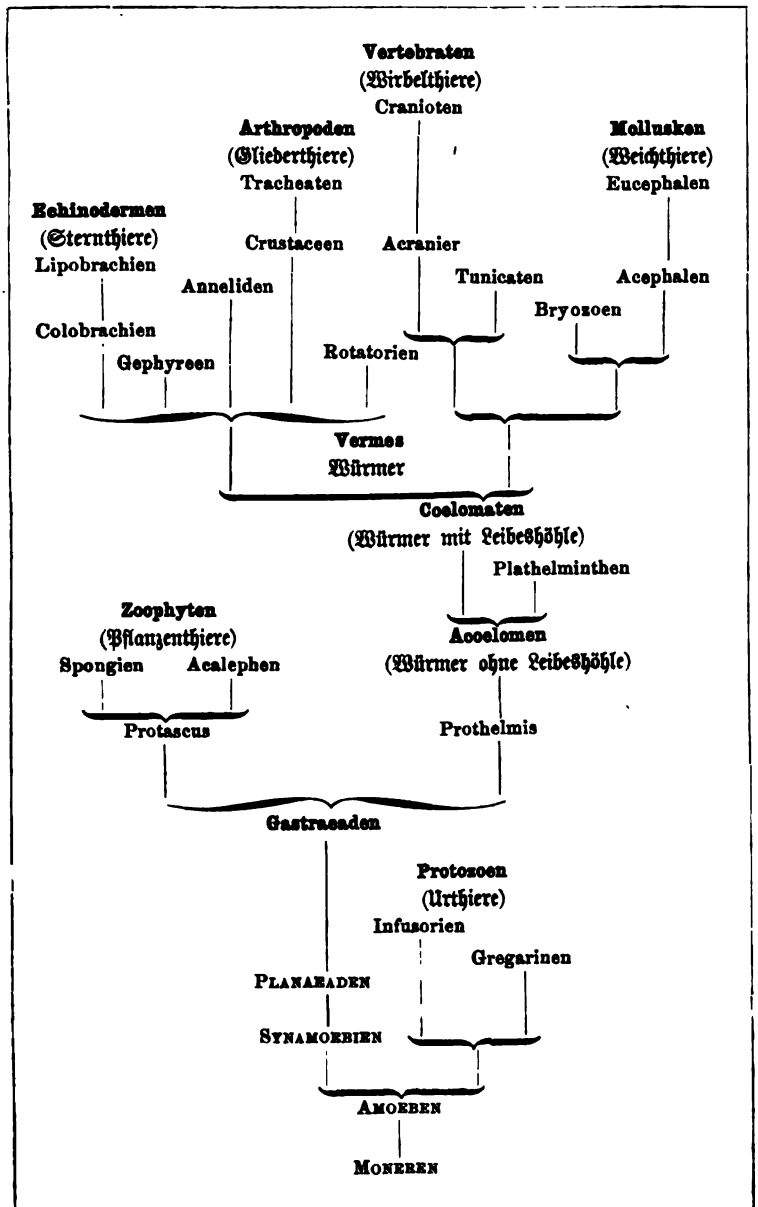
Sicherheit den Schluß ziehen, daß während der laurentiſchen Periode eine gemeinſame Stammform der ſechs höheren Thierſtämme exiſtirte, welche im Weſentlichen der Gaſtrula gleich gebildet war, und welche wir Gastraea nennen wollen. Dieſe Gaſträa beſaß einen ganz einfachen, kugeligen, eiförmigen oder länglich runden Körper, der eine einfache Höhle von gleicher Geſtalt, den Urdarm, umſchloß; an einem Pole der Längsaxe öffnete ſich der Urdarm durch einen Mund, der zur Nahrungsaufnahme diente. Die Körperwand (zugleich Darmwand) beſtand aus zwei Zellenſchichten, dem flimmerloſen Entoderm oder Darmblatt, und dem flimmernden Exoderm oder Hautblatt; durch die Flimmerbewegung des letzteren ſchwamm die Gaſträa im laurentiſchen Urmeere frei umher. Auch bei denjenigen höheren Thieren, bei denen die urſprüngliche Gaſtrula-Form in der Ontogeneſe nach dem Geſetze der abgekürzten Vererbung (S. 190) verloren gegangen iſt, hat ſich dennoch die Zuſammenſetzung des Gaſträa-Körpers auf diejenige Keimform vererbt, die zunächſt aus der Morula entſteht. Dieſe Keimform iſt eine länglich runde Scheibe, die aus zwei Zellenlagen oder Blättern beſteht: die äußere Zellenſchicht, das animale oder dermale Keimblatt, entſpricht dem Exoderm der Gaſträa; aus ihr entwickelt ſich die äußere Oberhaut (Epidermis) mit ihren Drüſen und Anhängen, ſowie das Centralnervenſyſtem. Die innere Zellenſchicht, das vegetative oder gaſtrale Keimblatt, iſt urſprünglich das Entoderm der Gaſträa; aus ihr entwickelt ſich die ernährende innere Haut (Epithelium) des Darmkanals und ſeiner Drüſen. (Vergl. meine Monographie der Kalkſchwämme, Bd. I, S. 466 ꝛc.)

Wir hätten demnach durch die Ontogenie für unſere Hypotheſe von der monophyletiſchen Deſcendenz des Thierreichs bereits fünf primordiale Entwickelungsſtufen gewonnen: 1) das Moner; 2) die Amoebe; 3) das Synamoebium; 4) die Planäa und 5) die Gaſträa. Die einſtmalige Exiſtenz dieſer fünf älteſten, auf einander folgenden Stammformen, welche im laurentiſchen Zeitalter gelebt haben müſſen, folgt unmittelbar aus dem biogenetiſchen Grundgeſetz, aus dem Paral-

Syſtematiſche Ueberſicht

der 16 Hauptklaſſen und 38 Klaſſen des Thierreichs.

Stämme oder Phylen des Thierreichs	Hauptklaſſen oder Stammäſte des Thierreichs	Klaſſen des Thierreichs	Syſtematiſcher Name der Klaſſen
Erſtes Unterreich: Urthiere (Protozoa). Thiere ohne Keimblätter, ohne Darm, ohne Gewebe.			
A. Urthiere Protozoa	I. Eithiere *Ovularia*	1. Urahnthiere	1. Archezoa
		2. Gregarinen	2. Gregarinae
	II. Infuſionsthiere *Infusoria*	3. Sauginfuſorien	3. Acinetae
		4. Wimperinfuſorien	4. Ciliata
Zweites Unterreich: Darmthiere (Metazoa). Thiere mit zwei primären Keimblättern, mit Darm, mit Geweben.			
B. Pflanzenthiere Zoophyta	III. Schwammthiere *Spongiae*	5. Urdarmthiere	5. Gastraeada
		6. Schwämme	6. Porifera
	IV. Neſſelthiere *Acalephae*	7. Korallen	7. Corolla
		8. Schirmquallen	8. Hydromedusae
		9. Kammquallen	9. Ctenophora
C. Wurmthiere Vermes	V. Dichtwürmer *Acoelomi*	10. Urwürmer	10. Archelminthes
		11. Plattwürmer	11. Plathelminthes
	VI. Blutwürmer *Coelomati*	12. Rundwürmer	12. Nemathelminthes
		13. Manteltiere	13. Tunicata
		14. Moosthiere	14. Bryozoa
		15. Räderthiere	15. Rotatoria
		16. Sternwürmer	16. Gephyrea
		17. Ringelwürmer	17. Annelida
D. Weichthiere Mollusca	VII. Kopfloſe *Acephala*	18. Taſcheln	18. Spirobranchia
		19. Muſcheln	19. Lamellibranchia
	VIII. Kopfträger *Eucephala*	20. Schnecken	20. Cochlides
		21. Kraken	21. Cephalopoda
E. Sternthiere Echinoderma	IX. Gliederarmige *Colobrachia*	22. Seeſterne	22. Asterida
		23. Seelilien	23. Crinoida
	X. Armloſe *Lipobrachia*	24. Seeigel	24. Echinida
		25. Seegurken	25. Holothuriae
F. Gliederthiere Arthropoda	XI. Kiemenkerfe *Carides*	26. Krebsthiere	2 . Crusacea
	XII. Tracheenkerfe *Tracheata*	27. Spinnen	27. Arachnida
		28. Tauſendfüßer	28. Myriapoda
		29. Inſekten	29. Insecta
G. Wirbelthiere Vertebrata	XIII. Schädelloſe *Acrania*	30. Rohrherzen	30. Leptocardia
	XIV. Unpaarnaſen *Monorhina*	31. Rundmäuler	31. Cyclostoma
	XV. Amnionloſe *Anamnia*	32. Fiſche	32. Pisces
		33. Lurchfiſche	33. Dipneusta
		34. Seedrachen	34. Halisaaria
		35. Lurche	35. Amphibia
	XVI. Amnionthiere *Amniota*	36. Schleicher	36. Reptilia
		37. Vögel	37. Aves
		38. Säugethiere	38. Mammalia


Vertebraten
(Wirbelthiere)
Cranioten
Arthropoden
(Gliederthiere)
Tracheaten
Mollusken
(Weichthiere)
Eucephalen
Echinodermen
(Sternthiere)
Lipobrachien
Crustaceen
Acranier
Tunicaten
Acephalen
Anneliden
Bryozoen
Colobrachien
Gephyreen
Rotatorien
Vermes
Würmer
Coelomaten
(Würmer mit Leibeshöhle)
Plathelminthen
Zoophyten
(Pflanzenthiere)
Spongien
Acalephen
Acoelomen
(Würmer ohne Leibeshöhle)
Protascus
Prothelmis
Gastraeaden
Protozoen
(Urthiere)
Infusorien
Gregarinen
Planaeaden
Synamoebien
Amoeben
Moneren

Die Gruppe der Urthiere (Protozoa) in dem Umfange, welchen wir hier diesem Stamme geben, umfaßt die ältesten und einfachsten Stammformen des Thierreichs, insbesondere die vier ersten von den vorher aufgeführten fünf ältesten phyletischen Entwickelungsstufen, und außerdem die Infusorien und Gregarinen, sowie alle diejenigen unvollkommensten Thierformen, welche wegen ihrer einfachen und indifferenten Organisation in keinem der sechs übrigen Thierstämme untergebracht werden können. Die meisten Zoologen rechnen außerdem zu den Urthieren noch einen größeren oder geringeren Theil von jenen niedersten Organismen, welche wir in unserem neutralen Protistenreiche (im sechszehnten Vortrage) aufgeführt haben. Diese Protisten aber, namentlich die große und formenreiche Abtheilung der Rhizopoden, können wir aus den oben mitgetheilten Gründen nicht als echte Thiere betrachten. Wenn wir demnach von diesen hier ganz absehen, können wir als echte Protozoen zwei verschiedene Hauptklassen betrachten: Eithiere (Ovularia) und Infusionsthiere (Infusoria). Zu den ersteren gehören die beiden Klassen der Archezoen und Gregarinen, zu den letzteren die beiden Klassen der Acineten und Ciliaten.

Die erste Hauptklasse der Urthiere bilden die Eithiere (Ovularia). Sie umfaßt die ersten, ältesten und niedrigsten Stufen der thierischen Organisation. Ihre Reihe wird eröffnet durch die vier ältesten und einfachsten Stammformen des Thierreichs, deren einstmalige Existenz wir mittelst des biogenetischen Grundgesetzes vorstehend nachgewiesen haben, also: 1) die thierischen Moneren; 2) die thierischen Amoeben; 3) die thierischen Synamoebien und 4) die thierischen Planäaden. Wenn man will, kann man auch einen Theil der noch gegenwärtig lebenden Moneren und Amoeben dahin rechnen, während ein anderer Theil derselben (nach den Erörterungen des XVI. Vortrags) wegen seiner neutralen Natur zu den Protisten, ein dritter Theil wegen seiner vegetabilen Natur zu den Pflanzen gerechnet werden muß. Alle diese primitivsten Ovularien können wir in der Klasse der Urabutbiere (Archezoa) zusammenfassen.

Eine zweite Klaſſe der Eithiere würden die Gregarinen (Gregarinae) bilden, welche im Darme und in der Leibeshöhle vieler Thiere ſchmarotzend leben. Dieſe Gregarinen ſind theils ganz einfache Zellen, wie die Amoeben; theils Ketten von zwei oder drei hinter einander liegenden gleichartigen Zellen. Von den nackten Amoeben unterſcheiden ſie ſich durch eine dicke ſtrukturloſe Membran, welche ihren Zellkörper umhüllt. Man kann ſie als thieriſche Amoeben auffaſſen, welche ſich an paraſitiſche Lebensweiſe gewöhnt, und in Folge deſſen mit einer ausgeſchwitzten Hülle umgeben haben. Sie zeichnen ſich durch eigenthümliche Fortpflanzungs-Verhältniſſe aus.

Als zweite Hauptklaſſe der Urthiere führen wir die echten Infuſionsthiere (Infusoria) auf, in demjenigen Umfange, auf welchen die heutige Zoologie faſt allgemein dieſe Thierklaſſe beſchränkt. Die Hauptmaſſe derſelben wird durch die kleinen Wimper-Infuſorien (Ciliata) gebildet, die in großen Mengen alle ſüßen und ſalzigen Gewäſſer der Erde bevölkern und mittelſt eines zarten Wimperkleides umherſchwimmen. Eine zweite kleinere Abtheilung bilden die feſtſitzenden Saug-Infuſorien (Acinetae), die ſich mittelſt feiner Saugröhren ernähren. Obgleich über dieſe kleinen, dem bloßen Auge meiſtens unſichtbaren Thierchen in den letzten dreißig Jahren zahlreiche und ſehr genaue Unterſuchungen angeſtellt worden ſind, ſo befanden wir uns dennoch bis vor Kurzem über ihre Entwickelung und ihren Formwerth ſehr im Unklaren. Viele Zoologen glaubten, daß dieſelben trotz ihrer geringen Körpergröße eine ſehr differenzirte Organiſation beſäßen und ſtellten ſie zu den Würmern. Heute wiſſen wir, daß die echten Infuſorien (ſowohl Ciliaten als Acineten) nur den Formwerth einer einfachen Zelle beſitzen, obgleich dieſe Zelle ſehr eigenthümliche Differenzirungen zeigt.

Alle die niederen Organismen, die wir hier als Urthiere oder Protozoen aufführen, ſtimmen ſowohl unter ſich, als auch mit den früher betrachteten Protiſten durch den beſtändigen Mangel mehrerer, höchſt wichtiger Eigenſchaften überein, welche allen Angehörigen der übrigen ſechs Thierſtämme übereinſtimmend zukommen.

Alle übrigen Thiere nämlich, von den einfachsten Pflanzenthieren bis zu den Wirbelthieren, vom Schwamme bis zum Menschen hinauf, sind aus verschiedenartigen Geweben und Organen zusammengesetzt, die sich sämmtlich aus zwei verschiedenen Zellenschichten ursprünglich entwickeln. Diese beiden Schichten sind die beiden primären Keimblätter, die wir vorher schon bei der embryonalen Entwickelungsform der Gastrula kennen gelernt haben (S. 443). Die äußere Zellenschicht oder das animale Keimblatt (das Hautblatt oder Exoderma) ist die Grundlage für die animalen Organe des Thierkörpers: Haut, Nervensystem, Muskelsystem, Skelet u. s. w. Die innere Zellenschicht hingegen oder das vegetative Keimblatt (das Darmblatt oder Entoderma) liefert das Material für die vegetativen Organe: Darm, Gefäßsystem u. s. w. Bei den niederen Repräsentanten aller sechs höheren Thierstämme treffen wir noch heute in der Keimesgeschichte die Gastrula an, bei welcher jene beiden primären Keimblätter in einfachster Gestalt auftreten und das älteste Primitiv-Organ, den Urdarm mit dem Urmund, umschließen. Wir können daher alle diese Thiere (im Gegensatze zu den darmlosen Urthieren) als Darmthiere (Metazoa) zusammenfassen. Alle diese Darmthiere können von einer gemeinsamen Stammform — Gastraea — abgeleitet werden und diese längst ausgestorbene Stammform muß im Wesentlichen der heute noch überall verbreiteten Keimform — Gastrula — gleich gebildet gewesen sein (vergl. S. 445). Aus dieser Gasträa entwickelten sich, wie vorher gezeigt wurde, einstmals zwei verschiedene Stammformen, Protascus und Prothelmis, von denen erstere als Stammform der Pflanzenthiere, letztere als Stammform der Würmer zu betrachten ist. (Vergl. die Begründung dieser Hypothese in meiner Monographie der Kalkschwämme, Band I, und in der „Gasträa-Theorie", Jena. Zeitschr. Bd. VIII.)

Die Pflanzenthiere (Zoophyta oder Coelenterata), welche den zweiten Stamm des Thierreichs bilden, erheben sich durch ihre gesammte Organisation bereits bedeutend über die Urthiere, während sie noch tief unter den meisten höheren Thieren stehen bleiben. Bei

den letzteren werden nämlich allgemein (nur die niedrigsten Formen ausgenommen) die vier verschiedenen Funktionen der Ernährungsthätigkeit: Verdauung, Blutumlauf, Athmung und Ausscheidung, durch vier ganz verschiedene Organsysteme bewerkstelligt, durch den Darm, das Blutgefäßsystem, die Athmungsorgane und die Harnapparate. Bei den Pflanzenthieren dagegen sind diese Funktionen und ihre Organe noch nicht getrennt, und sie werden sämmtlich durch ein einziges System von Ernährungskanälen vertreten, durch das sogenannte Gastrocanalsystem oder den coelenterischen Darmgefäßapparat. Der Mund, welcher zugleich After ist, führt in einen Magen, in welchen die übrigen Hohlräume des Körpers offen einmünden. Die Leibeshöhle oder das Coelom, welches den höheren vier Thierstämmen zukömmt, fehlt den Zoophyten noch völlig, ebenso das Blutgefäßsystem und das Blut, ebenso Athmungsorgane u. s. w.

Alle Pflanzenthiere leben im Wasser, die meisten im Meere. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser, nämlich die Süßwasserschwämme (Spongilla) und einige Urpolypen (Hydra, Cordylophora). Eine Probe von den zierlichen blumenähnlichen Formen, welche bei den Pflanzenthieren in größter Mannichfaltigkeit vorkommen, giebt Tafel V. (Vergl. die Erklärung derselben im Anhang.)

Der Stamm der Pflanzenthiere zerfällt in zwei verschiedene Hauptklassen, in die Schwämme oder Spongien und die Nesselthiere oder Akalephen (S. 461). Die letztere ist viel formenreicher und höher organisirt als die erstere. Bei den Schwämmen sind allgemein die ganze Körperform sowohl als die einzelnen Organe viel weniger differenzirt und vervollkommnet als bei den Nesselthieren. Insbesondere fehlen den Schwämmen allgemein die charakteristischen Nesselorgane, welche sämmtliche Nesselthiere besitzen.

Als die gemeinsame Stammform aller Pflanzenthiere haben wir den Protascus zu betrachten, eine längst ausgestorbene Thierform, deren frühere Existenz nach dem biogenetischen Grundgesetze durch die Ascula bewiesen wird. Diese Ascula ist eine ontogenetische Entwickelungs-Form, welche sowohl bei den Schwämmen wie bei den Nes-

selthieren zunächst aus der Gastrula hervorgeht (vergl. die Ascula eines Kalkschwammes auf Taf. XVI, Fig. 7, 8). Nachdem nämlich die Gastrula der Pflanzenthiere eine Zeit lang im Wasser umhergeschwommen ist, sinkt sie zu Boden und setzt sich daselbst fest mit demjenigen Pole ihrer Axe, welcher der Mundöffnung entgegengesetzt ist. Die äußeren Zellen des Exoderm ziehen ihre schwingenden Flimmerhaare ein, während umgekehrt die inneren Zellen des Entoderm dergleichen zu bilden beginnen. Die Ascula, wie wir die so verwandelte Larvenform nennen, ist demnach ein einfacher Schlauch, dessen Höhle (die Magenhöhle oder Darmhöhle) sich an dem oberen (der basalen Ansatzstelle entgegengesetzten) Pole der Längsaxe durch einen Mund nach außen öffnet. Der ganze Körper ist hier gewissermaßen noch Magen oder Darm, wie bei der Gastrula. Die Wand des Schlauches, die Körperwand und zugleich Darmwand der Ascula, besteht aus zwei Zellenschichten oder Blättern, einem flimmernden Entoderm oder Gastralblatt (entsprechend dem inneren oder vegetativen Keimblatt der höheren Thiere) und einem nicht flimmernden Exoderm oder Dermalblatt (entsprechend dem äußeren oder animalen Keimblatt der höheren Thiere).

Sowohl die frei umherschwimmende Gasträa als auch der festsitzende Protascus werden während der laurentischen Periode durch zahlreiche verschiedene Gattungen und Arten vertreten gewesen sein, die wir alle in der Zoophyten-Klasse der Gasträaden zusammenfassen können. Die Descendenten dieser Gasträaden spalteten sich in zwei Linien oder Zweige: einerseits die echten Schwämme oder Spongien, andrerseits die Nesselthiere oder Akalephen. Wie nahe diese beiden Hauptklassen der Pflanzenthiere verwandt sind, und wie sie beide als zwei divergente Formen aus der Protascus-Form abzuleiten sind, habe ich in meiner Monographie der Kalkschwämme gezeigt (Bd. I, S. 485). Die Stammform der Schwämme, welche ich dort Archispongia nannte, entstand aus dem Protascus durch Bildung von Hautporen. Die Stammform der Nesselthiere, welche ich ebendaselbst als Archydra bezeichnete, entwickelte sich aus dem Prot-

ascus durch Bildung von Neſſelorganen, ſowie durch Entwickelung von Fühlfäden oder Tentakeln.

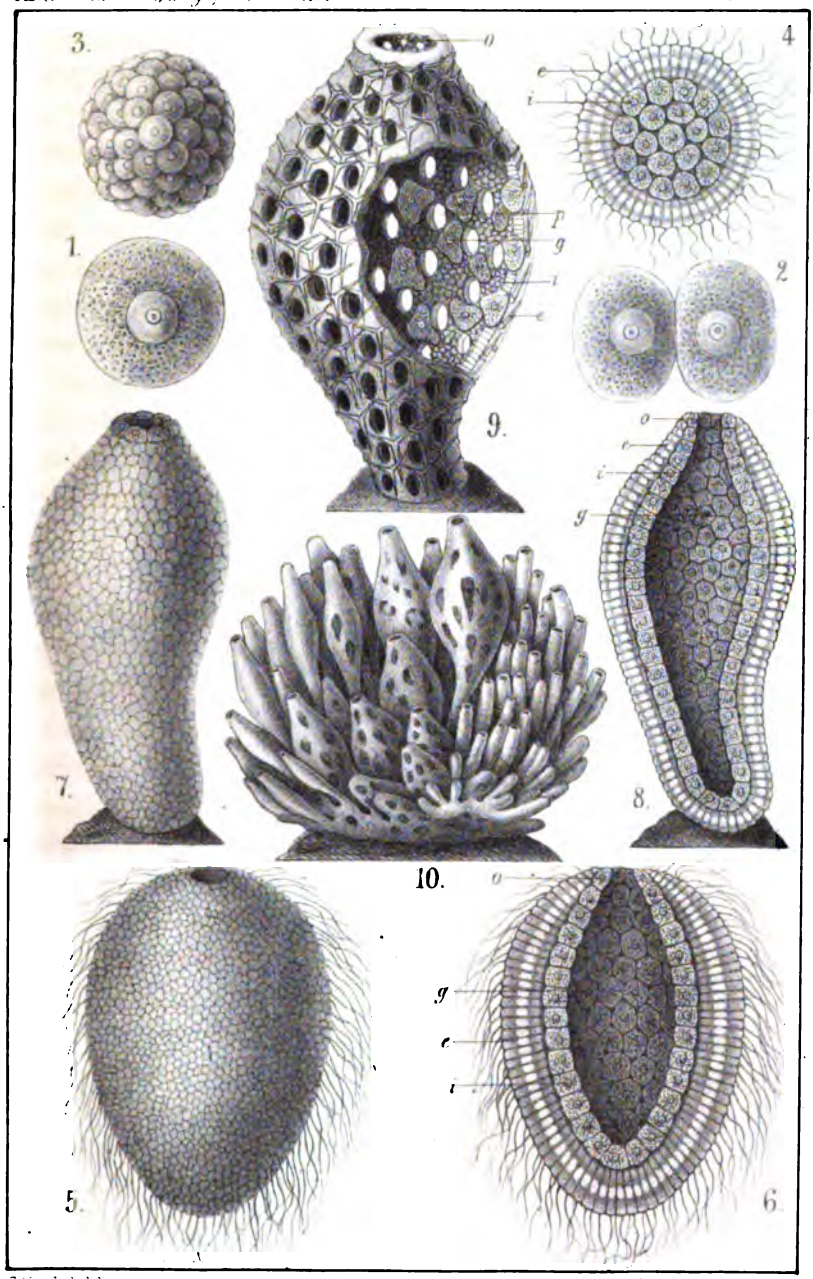
Die Klaſſe der eigentlichen Schwämme, Spongiae oder Porifera genannt (ja nicht zu verwechſeln mit dem zum Pflanzenreiche gehörigen Pilzen, S. 415), lebt im Meere, mit einziger Ausnahme des grünen Süßwaſſer-Schwammes (Spongilla). Lange Zeit galten dieſe Thiere für Pflanzen, ſpäter für Protiſten; in den meiſten Lehrbüchern werden ſie noch jetzt zu den Urthieren gerechnet. Seitdem ich jedoch die Entwickelung derſelben aus der Gaſtrula und den Aufbau ihres Körpers aus zwei Keimblättern (wie bei allen höheren Thieren) nachgewieſen habe, erſcheint ihre nahe Verwandtſchaft mit den Neſſelthieren, und zunächſt mit den Hydrapolypen, endgültig begründet. Insbeſondere hat der Olynthus, den ich als die gemeinſame Stammform der Kalkſchwämme betrachte, hierüber vollſtändigen und ſicheren Aufſchluß gegeben (Taf. XVI, Fig. 9).

Die mannichfaltigen, aber noch wenig unterſuchten Thierformen, welche in der Poriferen-Klaſſe vereinigt ſind, laſſen ſich auf drei Legionen und acht Ordnungen vertheilen. Die erſte Legion bilden die weichen, gallertigen Schleimſchwämme (Myxospongiae), welche ſich durch den Mangel aller harten Skelet-Theile auszeichnen. Dahin gehören einerſeits die längſt ausgeſtorbenen Stammformen der ganzen Klaſſe, als deren Typus uns Archispongia gilt, andrerſeits die noch lebenden Gallertſchwämme, von denen Halisarca am beſten bekannt iſt. Das Porträt der Archiſpongia, des älteſten Urſchwammes, erhalten wir, wenn wir uns aus dem Olynthus (Taf. XVI, Fig. 9) die dreiſtrahligen Kalknadeln entfernt denken.

Die zweite Legion der Spongien enthält die Faſerſchwämme (Fibrospongiae), deren weicher Körper durch ein feſtes, faſeriges Skelet geſtützt wird. Dieſes Faſer-Skelet beſteht oft bloß aus ſogenannter „Hornfaſer", d. h. aus einer ſchwer zerſtörbaren und ſehr elaſtiſchen organiſchen Subſtanz; ſo namentlich bei unſerem gewöhnlichen Badeſchwamme (Euspongia officinalis), deſſen gereinigtes Skelet wir jeden Morgen zum Waſchen benutzen. Bei vielen Faſer-

ſchwämmen ſind in dieſes hornähnliche Faſer-Skelet viele Kieſelnadeln eingelagert, ſo z. B. bei dem Süßwaſſerſchwamme (Spongilla). Bei noch anderen beſteht das ganze Skelet bloß aus Kieſelnadeln, welche oft zu einem äußerſt zierlichen Gitterwerke verflochten ſind, ſo namentlich bei dem berühmten „Venusblumenkorb" (Euplectella). Nach der verſchiedenen Bildung der Nadeln kann man unter den Faſerſchwämmen drei Ordnungen unterſcheiden, die Chalynthina, Geodina und Hexactinella. Die Naturgeſchichte der Faſerſchwämme iſt von beſonderem Intereſſe für die Deſcendenz-Theorie, wie zuerſt Oscar Schmidt, der beſte Kenner dieſer Thiergruppe, nachgewieſen hat. Kaum irgendwo läßt ſich die unbegrenzte Biegſamkeit der Species-Form und ihr Verhältniß zur Anpaſſung und Vererbung ſo einleuchtend Schritt für Schritt verfolgen; kaum irgendwo läßt ſich die Species ſo ſchwer abgrenzen und definiren.

In noch höherem Maße als von der großen Legion der Faſerſchwämme, gilt dieſer Satz von der kleinen, aber höchſt intereſſanten Legion der Kalkſchwämme (Calcispongiae), über welche ich 1872 nach ſehr eingehenden fünfjährigen Unterſuchungen eine ausführliche Monographie veröffentlicht habe[50]). Die ſechzig Tafeln Abbildungen, welche dieſe Monographie begleiten, erläutern die außerordentliche Formbiegſamkeit dieſer kleinen Spongien, bei denen man von „guten Arten" im Sinne der gewöhnlichen Syſtematik überhaupt nicht ſprechen kann. Hier giebt es nur ſchwankende Formen-Reihen, welche ihre Species-Form nicht einmal auf die nächſten Nachkommen rein vererben, ſondern durch Anpaſſung an untergeordnete äußere Exiſtenz-Bedingungen unaufhörlich abändern. Hier kommt es ſogar häufig vor, daß aus einem und demſelben Stocke verſchiedene Arten hervorwachſen, welche in dem üblichen Syſteme zu mehreren ganz verſchiedenen Gattungen gehören; ſo z. B. bei der merkwürdigen Ascometra (Taf. XVI, Fig. 10). Die ganze äußere Körper-Geſtalt iſt bei den Kalkſchwämmen noch viel biegſamer und flüſſiger als bei den Kieſelſchwämmen, von denen ſie ſich durch den Beſitz von Kalknadeln unterſcheiden, die ein zierliches Skelet bilden. Mit der größ-



F. Schmidel del. Lith. Anst. v. C. Rohrbach in Berlin.

Entwickelungsgeschichte eines Kalkschwammes (Olynthus).

ten Sicherheit läßt ſich aus der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Kalkſchwämme die gemeinſame Stammform der ganzen Gruppe erkennen, der ſchlauchförmige Olynthus, deſſen Entwickelung auf Taf. XVI dargeſtellt iſt (vergl. deren Erklärung im Anhang). Aus dem Olynthus (Taf. XVI, Fig. 9) hat ſich zunächſt die Stamm-Ordnung der Asconen entwickelt, aus welchen die beiden anderen Ordnungen der Kalkſchwämme, die Leuconen und Syconen, erſt ſpäter als divergirende Zweige hervorgegangen ſind. Innerhalb dieſer Ordnungen läßt ſich wiederum die Deſcendenz der einzelnen Formen Schritt für Schritt verfolgen. So beſtätigen die Kalkſchwämme in jeder Beziehung den ſchon früher von mir ausgeſprochenen Satz: „Die ganze Naturgeſchichte der Spongien iſt eine zuſammenhängende und ſchlagende Beweisführung für Darwin.“

Die zweite Hauptklaſſe im Stamme der Pflanzenthiere bilden die Neſſelthiere (Acalephae oder Cnidae). Dieſe formenreiche und intereſſante Thiergruppe ſetzt ſich aus drei verſchiedenen Klaſſen zuſammen, aus den Schirmquallen (Hydromedusae), den Kammquallen (Ctenophora), und den Korallen (Coralla). Als die gemeinſame Stammform der ganzen Gruppe iſt die längſt ausgeſtorbene Archydra zu betrachten, welche in den beiden noch heute lebenden Süßwaſſer-Polypen (Hydra und Cordylophora) zwei nahe Verwandte hinterlaſſen hat. Die Archydra war den einfachſten Spongien-Formen (Archispongia und Olynthus) ſehr nahe verwandt, und unterſchied ſich von ihnen weſentlich wohl nur durch den Beſitz der Neſſelorgane und den Mangel der Hautporen. Aus der Archydra entwickelten ſich zunächſt die verſchiedenen Hydroid-Polypen, von denen einige zu den Stammformen der Korallen, andere zu den Stammformen der Hydromeduſen wurden. Aus einem Zweige der letzteren entwickelten ſich ſpäter die Ctenophoren.

Die Neſſelthiere unterſcheiden ſich von den Schwämmen, mit denen ſie in der charakteriſtiſchen Bildung des ernährenden Kanalſyſtems weſentlich übereinſtimmen, insbeſondere durch den conſtanten Beſitz der Neſſelorgane. Das ſind kleine, mit Gift gefüllte Bläs-

chen, welche in großer Anzahl, meiſt zu vielen Millionen, in der Haut der Neſſelthiere vertheilt ſind, und bei Berührung derſelben hervortreten und ihren Inhalt entleeren. Kleinere Thiere werden dadurch getödtet; bei größeren bringt das Neſſelgift, ganz ähnlich dem Gift unſerer Brennneſſeln, eine leichte Entzündung in der Haut hervor. Bei den prachtvollen blauen Seeblaſen oder Phyſalien wirkt das Gift ſo heftig, daß es den Tod des Menſchen zur Folge haben kann.

Die Klaſſe der Korallen (Coralla) lebt ausſchließlich im Meere und iſt namentlich in den wärmeren Meeren durch eine Fülle von zierlichen und bunten blumenähnlichen Geſtalten vertreten. Sie heißen daher auch Blumenthiere (Anthozoa). Die meiſten ſind auf dem Meeresboden feſtgewachſen und enthalten ein inneres Kalkgerüſte. Viele von ihnen erzeugen durch fortgeſetztes Wachsthum ſo gewaltige Stöcke, daß ihre Kalkgerüſte die Grundlage ganzer Inſeln bilden; ſo die berühmten Korallen-Riffe und Atolle der Südſee, über deren merkwürdige Formen wir erſt durch Darwin[18]) aufgeklärt worden ſind. Die Gegenſtücke oder Antimeren, d. h. die gleichartigen Hauptabſchnitte des Körpers, welche ſtrahlenförmig vertheilt um die mittlere Hauptaxe des Körpers herumſtehen, ſind bei den Korallen bald zu vier, bald zu ſechs, bald zu acht vorhanden. Danach unterſcheiden wir als drei Legionen die vierzähligen (Tetracoralla), die ſechszähligen (Hexacoralla) und die achtzähligen Korallen (Octocoralla). Die vierzähligen Korallen bilden die gemeinſame Stammgruppe der Klaſſe, aus welcher ſich die ſechszähligen und achtzähligen als zwei divergirende Aeſte entwickelt haben.

Die zweite Klaſſe der Neſſelthiere bilden die Schirmquallen (Medusae) oder Polypenquallen (Hydromedusae). Während die Korallen meiſtens pflanzenähnliche Stöcke bilden, die auf dem Meeresboden feſtſitzen, ſchwimmen die Schirmquallen meiſtens in Form gallertiger Glocken frei im Meere umher. Jedoch giebt es auch unter ihnen zahlreiche, namentlich niedere Formen, welche auf dem Meeresboden feſtgewachſen ſind und zierlichen Bäumchen gleichen. Die niederſten und einfachſten Angehörigen dieſe Klaſſe ſind die kleinen

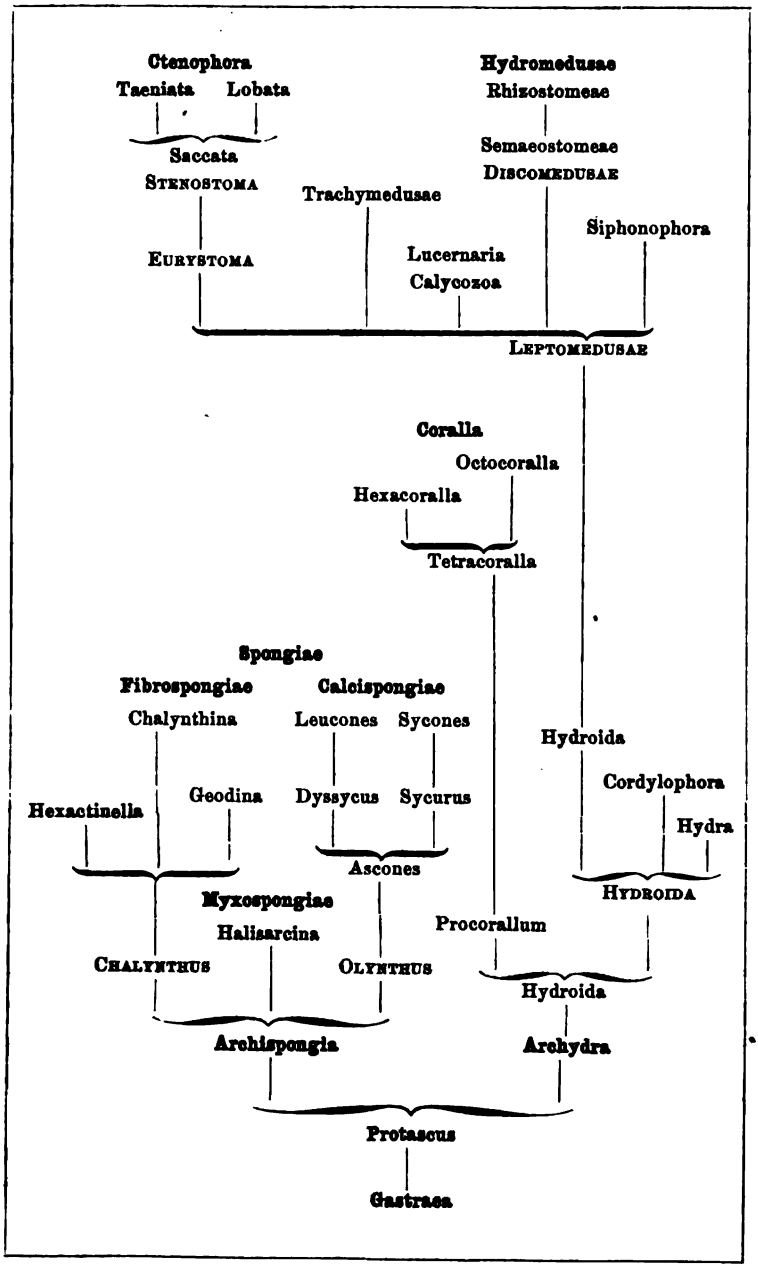
Süßwaſſerpolypen (Hydra und Cordylophora). Wir können ſie als die wenig veränderten Nachkommen jener uralten Urpolypen (Archydrae) anſehen, welche während der Primordialzeit der ganzen Abtheilung der Neſſelthiere den Urſprung gaben. Von der Hydra kaum zu trennen ſind diejenigen feſtſitzenden Hydroidpolypen (Campanularia, Tubularia), welche durch Knospenbildung frei ſchwimmende Meduſen erzeugen, aus deren Eiern wiederum feſtſitzende Polypen entſtehen. Dieſe frei ſchwimmenden Schirmquallen haben meiſtens die Form eines Hutpilzes oder eines Regenſchirms, von deſſen Rand viele zarte und lange Fangfäden herabhängen. Sie gehören zu den ſchönſten und intereſſanteſten Bewohnern des Meeres. Ihre merkwürdige Lebensgeſchichte, insbeſondere der verwickelte Generationswechſel der Polypen und Meduſen, gehört zu den ſtärkſten Zeugniſſen für die Wahrheit der Abſtammungslehre. Denn wie noch jetzt täglich Meduſen aus Hydroiden entſtehen, ſo iſt auch urſprünglich phylogenetiſch die frei ſchwimmende Meduſenform aus der feſtſitzenden Polypenform hervorgegangen. Ebenſo wichtig für die Deſcendenz-Theorie iſt auch die merkwürdige Arbeitstheilung der Individuen, welche namentlich bei den herrlichen Siphonophoren zu einem erſtaunlich hohen Grade entwickelt iſt[87]). (Taf. VII, Fig. 13.)

Aus einem Zweige der Schirmquallen hat ſich wahrſcheinlich die dritte Klaſſe der Neſſelthiere, die eigenthümliche Abtheilung der Kammquallen (Ctenophora) entwickelt. Dieſe Quallen, welche oft auch Rippenquallen oder Gurkenquallen genannt werden, beſitzen einen gurkenförmigen Körper, welcher, gleich dem Körper der meiſten Schirmquallen, kryſtallhell und durchſichtig wie geſchliffenes Glas iſt. Ausgezeichnet ſind die Kammquallen oder Rippenquallen durch ihre eigenthümlichen Bewegungsorgane, nämlich acht Reihen von rudernden Wimperblättchen, die wie acht Rippen von einem Ende der Längsaxe (vom Munde) zum entgegengeſetzten Ende verlaufen. Von den beiden Hauptabtheilungen derſelben haben ſich die Engmündigen (Stenostoma) wohl erſt ſpäter aus den Weitmündigen (Eurystoma) entwickelt. (Vergl. Taf. VII, Fig. 16.)

Syſtematiſche Ueberſicht

der 5 Klaſſen und 32 Ordnungen der Pflanzenthiere.

Klaſſen der Pflanzenthiere	Legionen der Pflanzenthiere	Ordnungen der Pflanzenthiere	Ein Gattungsname als Beiſpiel
I. Urdarmthiere Gastraeada	I. *Gastraeada* Urdarmthiere	1. Gastraeones	Gastraea
		2. Protascones	Protascus
II Schwämme Spongiae oder Porifera	II. *Myxospongiae* Schleimſchwämme	3. Archispongina	Archispongia
		4. Halisarcina	Halisarca
	III. *Fibrospongiae* Faſerſchwämme	5. Chalynthina	Spongilla
		6. Geodina	Ancorina.
		7. Hexactinella	Euplectella
	IV. *Calcispongiae* Kalkſchwämme	8. Ascones	Olynthus
		9. Leucones	Dyssycus
		10. Sycones	Sycurus
III. Korallen Coralla oder Anthozoa	V. *Tetracoralla* Vierzählige	11. Rugosa	Cyathophyllum
		12. Paranemata	Cereanthus
	VI. *Hexacoralla* Sechszählige	13. Cauliculata	Antipathes
		14. Madreporaria	Astraea
		15. Halirhoda	Actinia
	VII. *Octocoralla* Achtzählige	16. Alcyonida	Lobularia
		17. Gorgonida	Isis
		18. Pennatulida	Veretillum
IV. Polypenquallen Hydromedusae oder Schirmquallen Medusae	VIII. *Archydrae* Urpolypen	19. Hydraria	Hydra
	IX. *Leptomedusae* Zartquallen	20. Vesiculata	Sertularia
		21. Ocellata	Tubularia
		22. Siphonophora	Physophora
	X. *Trachymedusae* Starrquallen	23. Marsiporchida	Trachynema
		24. Phyllorchida	Geryonia
		25. Elasmorchida	Charybdea
	XI. *Calycozoa* Haftquallen	26. Podactinaria	Lucernaria
	XII. *Discomedusae* Scheibenquallen	27. Semaeostomeae	Aurelia
		28. Rhizostomeae	Crambessa
V. Kammquallen Ctenophora	XIII. *Eurystoma* Weitmündige	29. Beroida	Beroe
	XIV. *Stenostoma* Engmündige	30. Saccata	Cydippe
		31. Lobata	Eucharis
		32. Taeniata	Cestum


Ctenophora
Taeniata
Lobata
Saccata
Stenostoma
Eurystoma
Trachymedusae
Hydromedusae
Rhizostomeae
Semaeostomeae
Discomedusae
Siphonophora
Lucernaria
Calycozoa
Leptomedusae
Coralla
Octocoralla
Hexacoralla
Tetracoralla
Spongiae
Fibrospongiae
Calcispongiae
Chalynthina
Leucones
Sycones
Geodina
Dyssycus
Sycurus
Hexactinella
Ascones
Myxospongiae
Halisarcina
Chalynthus
Olynthus
Archispongia
Hydroida
Cordylophora
Hydra
Hydroida
Procorallum
Hydroida
Archydra
Protascus
Gastraea

Der dritte Stamm des Thierreichs, das Phylum der Würmer oder Wurmthiere (Vermes oder Helminthes) enthält eine Masse von divergenten Aesten. Diese zahlreichen Aeste haben sich theils zu sehr verschiedenen und ganz selbstständigen Würmerklassen entwickelt, theils aber in die ursprünglichen Wurzelformen der vier höheren Phylen umgebildet. Jedes der letzteren (und ebenso auch den Stamm der Pflanzenthiere) können wir uns bildlich als einen hochstämmigen Baum vorstellen, dessen Stamm uns in seiner Verzweigung die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien u. s. w. repräsentirt. Das Phylum der Würmer dagegen würden wir uns als einen niedrigen Busch oder Strauch zu denken haben, aus dessen Wurzel eine Masse von selbstständigen Zweigen nach verschiedenen Richtungen hin emporschießen. Aus diesem dicht verzweigten niedrigen Busche, dessen meiste Zweige abgestorben sind, erheben sich vier hohe, viel verzweigte Stämme. Das sind die vier höheren Phylen, die Sternthiere und Gliederthiere, Weichthiere und Wirbelthiere. Nur unten an der Wurzel stehen diese vier Stämme durch die gemeinsame Stammgruppe des Würmerstammes mit einander in entfernter Verbindung.

Die außerordentlichen Schwierigkeiten, welche die Systematik der Würmer schon aus diesem Grunde darbietet, werden nun aber dadurch noch sehr gesteigert, daß wir fast gar keine versteinerten Reste von ihnen besitzen. Die allermeisten Würmer besaßen und besitzen noch heute einen so weichen Leib, daß sie keine charakteristischen Spuren in den neptunischen Erdschichten hinterlassen konnten. Wir sind daher auch hier wieder vorzugsweise auf die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewiesen, wenn wir den äußerst schwierigen Versuch unternehmen wollen, in das Dunkel des Würmer-Stammbaums einige hypothetische Streiflichter fallen zu lassen. Ich will jedoch ausdrücklich hervorheben, daß diese Skizze, wie alle ähnlichen Versuche, nur einen ganz provisorischen Werth besitzt.

Die zahlreichen Klassen, welche man im Stamme der Würmer unterscheiden kann, und welche fast jeder Zoologe in anderer Weise nach seinen subjektiven Anschauungen gruppirt und umschreibt, zerfal-

len zunächst in zwei wesentlich verschiedene Gruppen oder Hauptklassen, welche ich (in meiner Monographie der Kalkschwämme[50]) als Acoelomen und Coelomaten unterschieden habe. Alle die niederen Würmer nämlich, welche man in der Klasse der Plattwürmer (Plathelminthes) zusammenfaßt (die Strudelwürmer, Saugwürmer, Bandwürmer) unterscheiden sich sehr auffallend von den übrigen Würmern dadurch, daß sie noch gar kein Blut und keine Leibeshöhle (kein Coelom) besitzen. Wir nennen sie deshalb Acoelomi. Die wahre Leibeshöhle oder das Coelom fehlt ihnen noch eben so vollständig, wie den sämmtlichen Pflanzenthieren; sie schließen sich in dieser wichtigen Beziehung unmittelbar an letztere an. Hingegen besitzen alle übrigen Würmer (gleich den vier höheren Thierstämmen) eine wahre Leibeshöhle und ein damit zusammenhängendes Blutgefäß-System, mit Blut gefüllt; wir fassen sie daher als Coelomati zusammen.

Die Hauptabtheilung der blutlosen Würmer (Acoelomi) enthält nach unserer phylogenetischen Auffassung außer den heute noch lebenden Plattwürmern auch die unbekannten ausgestorbenen Stammformen des ganzen Würmerstammes, welche wir Urwürmer (Archelminthes) nennen wollen. Der Typus dieser Urwürmer, die uralte Prothelmis, läßt sich unmittelbar von der Gasträa ableiten (S. 449). Noch heute kehrt die Gastrula-Form, das getreue historische Porträt der Gasträa, als vorübergehende Larvenform in der Ontogenese der verschiedensten Würmer wieder. Unter den heute noch lebenden Würmern stehen den Urwürmern am nächsten die flimmernden Strudelwürmer (Turbellaria), die Stammgruppe der heutigen Plattwürmer (Plathelminthes). Aus den frei im Wasser lebenden Strudelwürmern sind durch Anpassung an parasitische Lebensweise die schmarotzenden Saugwürmer (Trematoda) entstanden, und aus diesen durch noch weiter gehenden Parasitismus und stärkere Rückbildung die Bandwürmer (Cestoda).

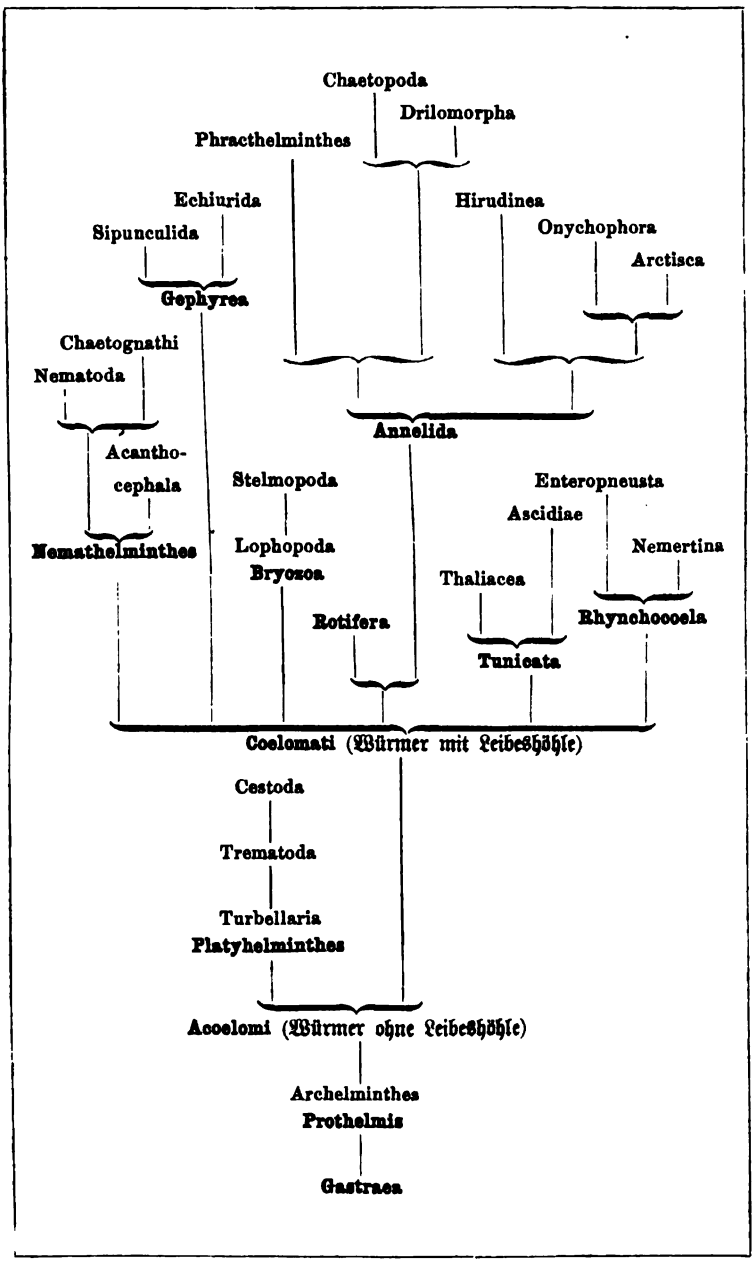
Aus einem Zweige der Acoelomen hat sich die zweite Hauptabtheilung des Würmerstammes entwickelt, die Würmer mit Blut und mit Leibeshöhle (Coelomati): sieben verschiedene Klassen.

Syſtematiſche Ueberſicht

der 8 Klaſſen und 22 Ordnungen des Würmerſtammes.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXVII—LXXV.)

Klaſſen des Würmerſtammes	Ordnungen des Würmerſtammes	Syſtematiſcher Name der Würmerordnungen	Ein Gattungsname als Beiſpiel
1. Plattwürmer *Plathelminthes*	1. Urwürmer	1. Archelminthes	Prothelmis
	2. Strudelwürmer	2. Turbellaria	Planaria
	3. Saugwürmer	3. Trematoda	Distoma
	4. Bandwürmer	4. Cestoda	Taenia
2. Rundwürmer *Nemathelminthes*	5. Pfeilwürmer	5. Chaetognathi	Sagitta
	6. Fadenwürmer	6. Nematoda	Trichina
	7. Kratzwürmer	7. Acanthocephala	Echinorhynchus
3. Mosthiere *Bryozoa*	8. Armwirbler	8. Lophopoda	Alcyonella
	9. Kreiswirbler	9. Stelmopoda	Retepora
4. Manteltiere *Tunicata*	10. Seeſcheiden	10. Ascidiae	Phallusia
	11. Seetonnen	11. Thaliaceae	Salpa
5. Rüſſelwürmer *Rhynchocoela*	12. Eichelwürmer	12. Enteropneusta	Balanoglossus
	13. Schnurwürmer	13. Nemertina	Borlasia
6. Sternwürmer *Gephyrea*	14. Borſtenloſe Sternwürmer	14. Sipunculida	Sipunculus
	15. Borſtentragende Sternwürmer	15. Echiurida	Echiurus
7. Räderthiere *Rotifera*	16. Räderwürmer	16. Rotatoria	Hydatina
8. Ringelwürmer *Annelida*	17. Bärwürmer	17. Arctisca	Macrobiotus
	18. Krallenwürmer	18. Onychophora	Peripatus
	19. Egel	19. Hirudinea	Hirudo
	20. Kahlwürmer	20. Drilomorpha	Lumbricus
	21. Panzerwürmer	21. Phracthelminthes	Crossopodia
	22. Borſtenwürmer	22. Chaetopoda	Aphrodite


Chaetopoda
Drilomorpha
Phracthelminthes
Echiurida
Sipunculida
Gephyrea
Hirudinea
Onychophora
Arctisca
Chaetognathi
Nematoda
Annelida
Acantho-
cephala
Nemathelminthes
Stelmopoda
Lophopoda
Bryozoa
Rotifera
Enteropneusta
Ascidiae
Thaliacea
Tunicata
Nemertina
Rhynchocoela
Coelomati (Würmer mit Leibeshöhle)
Cestoda
Trematoda
Turbellaria
Platyhelminthes
Acoelomi (Würmer ohne Leibeshöhle)
Archelminthes
Prothelmis
Gastraea

Wie man ſich die dunkle Phylogenie der ſieben Coelomaten-Klaſſen annähernd etwa vorſtellen kann, zeigt der Stammbaum auf Seite 465. Wir wollen dieſe Klaſſen hier nur ganz kurz namhaft machen, da ihre Verwandtſchaft und Abſtammung uns heutzutage noch ſehr verwickelt und unbekannt erſcheint. Erſt zahlreichere und genauere Unterſuchungen über die Ontogeneſe der verſchiedenen Coelomaten werden uns künftig einmal auch über ihre Phylogeneſe aufklären.

Die Rundwürmer (Nemathelminthes), die wir als erſte Klaſſe unter den Coelomaten aufführen, und die ſich durch ihre drehrunde cylindriſche Geſtalt auszeichnen, enthalten zum größten Theile paraſitiſche Würmer, welche im Innern anderer Thiere leben. Von menſchlichen Paraſiten gehören dahin namentlich die berühmten Trichinen, die Spulwürmer, Peitſchenwürmer u. ſ. w. An die Rundwürmer ſchließen ſich die nur im Meere lebenden Sternwürmer (Gephyrea) an, und an dieſe die umfangreiche Klaſſe der Ringelwürmer (Annelida). Zu dieſen letzteren, deren langgeſtreckter Körper aus vielen gleichartigen Gliedern zuſammengeſetzt iſt, gehören die Blutegel (Hirudinea), die Regenwürmer (Lumbricina) und die große Maſſe der marinen Borſtenwürmer (Chaetopoda). Ihnen ſehr nahe ſtehen die Rüſſelwürmer (Rhynchocoela) und die mikroſkopiſch kleinen Räderthiere (Rotifera). Den Ringelwürmern nächſt verwandt waren jedenfalls auch die unbekannten ausgeſtorbenen Stammformen der Sternthiere und der Gliederthiere. Hingegen haben wir die Stammformen der Weichthiere wahrſcheinlich in ausgeſtorbenen Würmern zu ſuchen, welche den heutigen Mosthieren (Bryozoa) nahe ſtanden, und die Stammformen der Wirbelthiere in unbekannten Coelomaten, deren nächſte Verwandte in der Gegenwart die Manteltiere, insbeſondere die Ascidien, ſind.

Zu den merkwürdigſten Thieren gehört die Würmer-Klaſſe der Manteltiere (Tunicata). Sie leben alle im Meere, wo die einen (die Seeſcheiden oder Ascidien) auf dem Boden feſtſitzen, die anderen (die Seetonnen oder Thaliaceen) frei umherſchwimmen. Bei allen beſitzt der ungegliederte Körper die Geſtalt eines einfachen tonnenför-

migen Sackes, welcher von einem dicken knorpelähnlichen Mantel eng umschlossen ist. Dieser Mantel besteht aus derselben stickstofflosen Kohlenstoffverbindung, welche im Pflanzenreich als „Cellulose" eine so große Rolle spielt und den größten Theil der pflanzlichen Zellmembranen und somit auch des Holzes bildet. Gewöhnlich besitzt der tonnenförmige Körper keinerlei äußere Anhänge. Niemand würde darin irgend eine Spur von Verwandtschaft mit den hoch differenzirten Wirbelthieren erkennen. Und doch kann diese nicht mehr zweifelhaft sein, seitdem im Jahre 1867 die Untersuchungen von Kowalevski darüber plötzlich ein höchst überraschendes und merkwürdiges Licht verbreitet haben. Aus diesen hat sich nämlich ergeben, daß die individuelle Entwickelung der festsitzenden einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) in den wichtigsten Beziehungen mit derjenigen des niedersten Wirbelthieres, des Lanzetthieres (Amphioxus lanceolatus) übereinstimmt. Insbesondere besitzen die Jugendzustände der Asciden die Anlage des Rückenmarks und des darunter gelegenen Rückenstrangs (Chorda dorsalis), d. h. der beiden wichtigsten und am meisten charakteristischen Organe des Wirbelthierkörpers. Unter allen uns bekannten wirbellosen Thieren besitzen demnach die Mantelthiere zweifelsohne die nächste Blutsverwandtschaft mit den Wirbelthieren, und sind als nächste Verwandte der Chordathiere (Chordonia) zu betrachten, d. h. derjenigen Würmer, aus denen sich dieser letztere Stamm entwickelt hat. (Vergl. Taf. X und XI.)

Während so verschiedene Coelomaten-Zweige des vielgestaltigen Würmer-Stammes uns mehrfache genealogische Anknüpfungspunkte an die vier höheren Thierstämme bieten und wichtige phylogenetische Andeutungen über deren Ursprung geben, zeigen anderseits die niederen acoelomen Würmer nahe Verwandtschafts-Beziehungen zu den Pflanzenthieren und zu den Urthieren. Auf dieser eigenthümlichen Mittelstellung beruht das hohe phylogenetische Interesse des Würmer-Stammes.

Neunzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere.

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Vier Klaſſen der Weichthiere: Taſcheln (Spirobranchien). Muſcheln (Lamellibranchien). Schnecken (Cochliden). Kracken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abſtammung derſelben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phrakthelminthen). Generationswechſel der Echinodermen. Vier Klaſſen der Sternthiere: Seeſterne (Aſteriden). Seelilien (Crinoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Arthropoden. Vier Klaſſen der Gliederthiere. Kiemenathmende Gliederthiere oder Cruſtaceen (Gliederkrebſe. Panzerkrebſe). Luftröhrenathmende Gliederthiere oder Tracheaten. Spinnen (Streckſpinnen, Rundſpinnen). Tauſendfüßer. Inſekten. Kauende und ſaugende Inſekten. Stammbaum und Geſchichte der acht Inſekten-Ordnungen.

Meine Herren! Die großen natürlichen Hauptgruppen des Thierreichs, welche wir als Stämme oder Phylen unterſchieden haben (die „Typen" von Bär und Cuvier) ſind nicht alle von gleicher ſyſtematiſcher Bedeutung für unſere Phylogenie oder Stammesgeſchichte. Dieſelben laſſen ſich weder in eine einzige Stufenreihe über einander ordnen, noch als ganz unabhängige Phylen, noch als gleichwerthige Zweige eines einzigen Stammbaums betrachten. Vielmehr ſtellt ſich, wie wir im letzten Vortrage geſehen haben, der Stamm der Urthiere als die gemeinſame Wurzelgruppe des ganzen Thierreichs heraus.

Aus einem Zweige der Urthiere haben ſich die Gaſträaden, und aus dieſen haben ſich dann weiterhin als zwei divergente Aeſte einerſeits die Pflanzenthiere, anderſeits die Würmer entwickelt. Den vielgeſtaltigen und weitverzweigten Stamm der Würmer müſſen wir aber wiederum als die gemeinſame Stammgruppe betrachten, aus welcher (an ganz verſchiedenen Zweigen) die übrigen Stämme, die vier höheren Phylen des Thierreichs, hervorgeſproßt ſind (vergl. den Stammbaum S. 449).

Laſſen Sie uns nun einen genealogiſchen Blick auf dieſe vier höheren Thierſtämme werfen und verſuchen, ob wir nicht ſchon jetzt die wichtigſten Grundzüge ihres Stammbaums zu erkennen im Stande ſind. Wenn auch dieſer Verſuch noch ſehr unvollkommen ausfällt, ſo werden wir damit doch wenigſtens einen erſten Anfang gemacht und den Weg für ſpätere eingehendere Verſuche geebnet haben.

Welche Reihenfolge wir bei Betrachtung der vier höheren Stämme des Thierreichs einſchlagen, iſt an ſich ganz gleichgültig. Denn unter ſich haben dieſe vier Phylen gar keine näheren verwandtſchaftlichen Beziehungen, und haben ſich vielmehr von ganz verſchiedenen Aeſten der Würmergruppe abgezweigt (S. 447). Als den unvollkommenſten, am tiefſten ſtehenden von dieſen Stämmen, wenigſtens in Bezug auf die morphologiſche Ausbildung, kann man den Stamm der Weichthiere (Mollusca) betrachten. Nirgends begegnen wir hier der charakteriſtiſchen Gliederung (Articulation oder Metamerenbildung) des Körpers, welche ſchon die Ringelwürmer auszeichnet, und welche bei den übrigen drei Stämmen, den Sternthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren, die weſentlichſte Urſache der höheren Formentwickelung, Differenzirung und Vervollkommnung wird. Vielmehr ſtellt bei allen Weichthieren, bei allen Muſcheln, Schnecken u. ſ. w. der ganze Körper einen einfachen ungegliederten Sack dar, in deſſen Höhle die Eingeweide liegen. Das Nervenſyſtem beſteht aus mehreren einzelnen (gewöhnlich drei), nur locker mit einander verbundenen Knotenpaaren, und nicht aus einem gegliederten Strang. Aus dieſen und vielen anderen anatomiſchen Gründen halte ich den Weich-

thierſtamm (trotz der höheren phyſiologiſchen Ausbildung ſeiner vollkommenſten Formen) für den morphologiſch niederſten unter den vier höheren Thierſtämmen.

Wenn wir die Mosthiere und Manteltiere, die bisher gewöhnlich mit dem Weichthierſtamm vereinigt wurden, aus den angeführten Gründen ausſchließen, ſo behalten wir als echte Molusken folgende vier Klaſſen: die Taſcheln, Muſcheln, Schnecken und Kracken. Die beiden niederen Molluskenklaſſen, Taſcheln und Muſcheln, beſitzen weder Kopf noch Zähne, und man kann ſie daher als Kopfloſe (Acephala) oder Zahnloſe (Anodontoda) in einer Hauptklaſſe vereinigen. Dieſe Hauptklaſſe wird auch häufig als die der Schalthiere (Conchifera) oder Zweiklappigen (Bivalva) bezeichnet, weil alle Mitglieder derſelben eine zweiklappige Kalkſchale beſitzen. Dieſen gegenüber kann man die beiden höheren Weichthierklaſſen, Schnecken und Kracken, als Kopfträger (Cephalophora) oder Zahnträger (Odontophora) in einer zweiten Hauptklaſſe zuſammenfaſſen, weil ſowohl Kopf als Zähne bei ihnen ausgebildet ſind.

Bei der großen Mehrzahl der Weichthiere iſt der weiche ſackförmige Körper von einer Kalkſchale oder einem Kalkgehäuſe geſchützt, welches bei den Kopfloſen (Taſcheln und Muſcheln) aus zwei Klappen, bei den Kopfträgern dagegen (Schnecken und Kracken) aus einer meiſt gewundenen Röhre (dem ſogenannten „Schneckenhaus“) beſteht. Trotzdem dieſe harten Skelete maſſenhaft in allen neptuniſchen Schichten ſich verſteinert finden, ſagen uns dieſelben dennoch nur ſehr wenig über die geſchichtliche Entwickelung des Stammes aus. Denn dieſe fällt größtentheils in die Primordialzeit. Selbſt ſchon in den ſiluriſchen Schichten finden wir alle vier Klaſſen der Weichthiere neben einander verſteinert vor, und dies beweiſt deutlich, in Uebereinſtimmung mit vielen anderen Zeugniſſen, daß der Weichthierſtamm damals ſchon eine mächtige Ausbildung erreicht hatte, als die höheren Stämme, namentlich Gliederthiere und Wirbelthiere, kaum über den Beginn ihrer hiſtoriſchen Entwickelung hinaus waren. In den darauf folgenden Zeitaltern, beſonders zunächſt im primären und weiter-

hin im ſekundären Zeitraum, dehnten ſich dieſe höheren Stämme mehr und mehr auf Koſten der Mollusken und Würmer aus, welche ihnen im Kampfe um das Daſein nicht gewachſen waren, und dem entſprechend mehr und mehr abnahmen. Die jetzt noch lebenden Weichthiere und Würmer ſind nur als ein verhältnißmäßig ſchwacher Reſt von der mächtigen Fauna zu betrachten, welche in primordialer und primärer Zeit über die anderen Stämme ganz überwiegend herrſchte. (Vergl. Taf. VI, S. 440, nebſt Erklärung im Anhang.)

In keinem Thierſtamm zeigt ſich deutlicher, als in dem der Mollusken, wie verſchieden der Werth iſt, welchen die Verſteinerungen für die Geologie und für die Phylogenie beſitzen. Für die Geologie ſind die verſchiedenen Arten der verſteinerten Weichthierſchalen von der größten Bedeutung, weil dieſelben als „Leitmuſcheln" vortreffliche Dienſte zur Charakteriſtik der verſchiedenen Schichtengruppen und ihres relativen Alters leiſten. Für die Genealogie der Mollusken dagegen beſitzen ſie nur ſehr geringen Werth, weil ſie einerſeits Körpertheile von ganz untergeordneter morphologiſcher Bedeutung ſind, und weil andererſeits die eigentliche Entwickelung des Stammes in die ältere Primordialzeit fällt, aus welcher uns keine deutlichen Verſteinerungen erhalten ſind. Wenn wir daher den Stammbaum der Mollusken konſtruiren wollen, ſo ſind wir vorzugsweiſe auf die Urkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewieſen, aus denen ſich etwa Folgendes ergiebt. (Gen. Morph. II, Taf. VI, S. CII bis CXVI.)

Von den vier uns bekannten Klaſſen der echten Weichthiere ſtehen auf der niederſten Stufe die in der Tiefe des Meeres feſtgewachſenen Taſcheln oder Spiralkiemer (Spirobranchia), oft auch unpaſſend als Armfüßer (Brachiopoda) bezeichnet. Von dieſer Klaſſe leben gegenwärtig nur noch wenige Formen, einige Arten von Lingula, Terebratula und Verwandte; ſchwache Ueberbleibſel von der mächtigen und formenreichen Gruppe, welche die Taſcheln in älteren Zeiten der Erdgeſchichte darſtellten. In der Silurzeit bildeten ſie die Hauptmaſſe des ganzen Weichthierſtammes. Aus der Uebereinſtimmung, welche

in mancher Beziehung ihre Jugendzuſtände mit denjenigen der Moosthiere darbieten, hat man geſchloſſen, daß ſie ſich aus Würmern entwickelt haben, welche dieſer Klaſſe nahe ſtanden. Von den beiden Unterklaſſen der Taſcheln ſind die Angelloſen (Ecardines) als die niederen und unvollkommneren, die Angelſchaligen (Testicardines) als die höheren und weiter entwickelten Taſcheln zu betrachten.

Der anatomiſche Abſtand zwiſchen den Taſcheln und den drei übrigen Weichthier-Klaſſen iſt ſo beträchtlich, daß man die letzteren als Otocardier den erſteren gegenüberſtellen kann. Die Otocardier haben alle ein Herz mit Kammer und Vorkammer, während den Taſcheln die Vorkammer fehlt. Auch iſt das Centralnervenſyſtem nur bei den erſteren, nicht bei den letzteren, in Geſtalt eines vollſtändigen Schlundringes entwickelt. Es laſſen ſich daher die vier Mollusken-Klaſſen folgendermaßen gruppiren:

I. Weichthiere ohne Kopf Acephala	1. Taſcheln (Spirobranchia)	I. Haplocardia (mit einfachem Herzen)
	2. Muſcheln (Lamellibranchia)	II. Otocardia (mit Kammer und Vorkammer am Herzen)
II. Weichthiere mit Kopf Cephalophora	3. Schnecken (Cochlides)	
	4. Kraken (Cephalopoda)	

Für die Stammesgeſchichte der Mollusken ergiebt ſich hieraus, was auch die Paläontologie beſtätigt, daß die Taſcheln den uralten Wurzeln des ganzen Molluskenſtammes viel näher ſtehen, als die Otocardier. Aus Mollusken, welche den Taſcheln nahe verwandt waren, haben ſich wahrſcheinlich als zwei divergente Zweige die Muſcheln und Schnecken entwickelt.

Die Muſcheln oder Blattkiemer (Lamellibranchia oder Phyllobranchia) beſitzen eine zweiklappige Schale wie die Taſcheln. Während aber bei den letzteren die eine Schalenklappe den Rücken, die andere den Bauch der Taſchel deckt, ſitzen bei den Muſcheln die beiden Klappen ſymmetriſch auf der rechten und linken Seite des

Körpers. Die meisten Muschelthiere leben im Meere, nur wenige im süßen Wasser. Die Klasse zerfällt in zwei Unterklassen, Asiphonien und Siphoniaten, von denen sich die letzteren erst später aus den ersteren entwickelt haben. Zu den Asiphonien gehören die Austern, Perlmuttermuscheln und Teichmuscheln, zu den Siphoniaten, die sich durch eine Athemröhre auszeichnen, die Venusmuscheln, Messermuscheln und Bohrmuscheln.

Aus den kopflosen und zahnlosen Weichthieren scheinen sich erst später die höheren Mollusken entwickelt zu haben, welche sich durch die deutliche Ausbildung eines Kopfes und namentlich durch ein eigenthümliches Gebiß vor jenen auszeichnen. Die Zunge trägt hier eine besondere Platte, welche mit sehr zahlreichen Zähnen bewaffnet ist. Bei unserer gemeinen Weinbergsschnecke (Helix pomatia) beträgt die Zahl dieser Zähne 21,000 und bei der großen Gartenschnecke (Limax maximus) sogar 26,000.

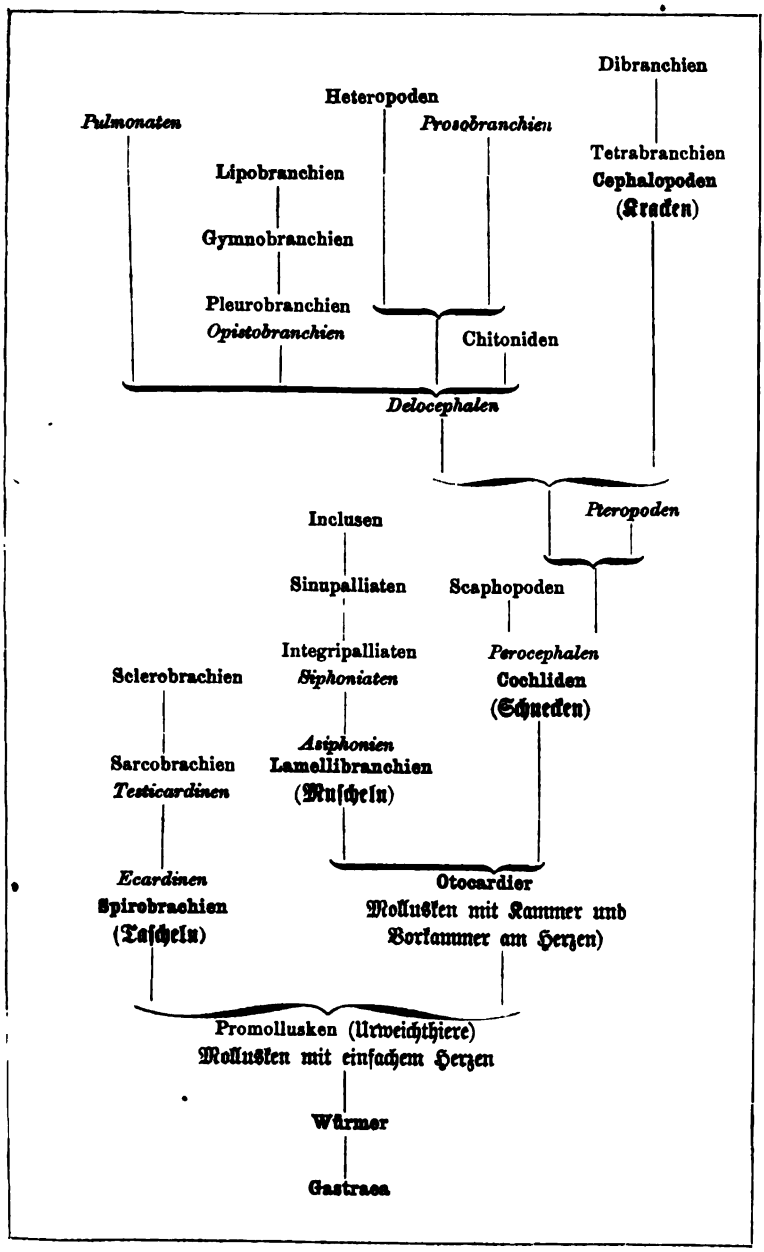
Unter den Schnecken (Cochlides oder Gasteropoda) unterscheiden wir wieder zwei Unterklassen, Stummelköpfe und Kopfschnecken. Die Stummelköpfe (Perocephala) schließen sich einerseits sehr eng an die Muscheln an (durch die Schaufelschnecken), anderseits aber an die Kracken (durch die Flossenschnecken). Die höher entwickelten Kopfschnecken (Delocephala) kann man in Kiemenschnecken (Branchiata) und Lungenschnecken (Pulmonata) eintheilen. Zu den letzteren gehören die Landschnecken, die einzigen unter allen Mollusken, welche das Wasser verlassen und sich an das Landleben angepaßt haben. Die große Mehrzahl der Schnecken lebt im Meere, nur wenige im süßen Wasser. Einige Flußschnecken der Tropen (die Ampullarien) leben amphibisch, bald auf dem Lande, bald im Wasser. Im letzteren Falle athmen sie durch Kiemen, im ersteren durch Lungen. Sie vereinigen beiderlei Athmungsorgane, wie die Lurchfische und Kiemenlurche unter den Wirbelthieren.

Die vierte und letzte, und zugleich die höchst entwickelte Klasse der Mollusken bilden die Kracken oder Pulpen, auch Tintenfische oder Kopffüßer genannt (Cephalopoda). Sie leben alle

Syſtematiſche Ueberſicht

der 4 Klaſſen, 8 Unterklaſſen und 21 Ordnungen der Weichthiere.

Klaſſen der Weichthiere	Unterklaſſen der Weichthiere	Ordnungen der Weichthiere	Syſtematiſcher Name der Ordnungen
I. Weichthiere ohne Kopf und ohne Zähne: Acephala oder Anodontoda.			
I. Taſcheln oder Spiralkiemer Spirobranchia oder Brachiopoda	I. *Ecardines* Angelloſe	1. Zungentaſcheln	1. Lingulida
		2. Scheibentaſcheln	2. Craniada
	II. *Testicardines* Angelſchalige	3. Fleiſcharmige	3. Sarcobrachia
		4. Kalkarmige	4. Sclerobrachia
II. Muſcheln oder Blattkiemer Lamellibranchia oder Phyllobranchia	III. *Asiphonia* Muſcheln ohne Athemröhre	5. Einmuskler	5. Monomya
		6. Ungleichmuskler	6. Heteromya
		7. Gleichmuskler	7. Isomya
	IV. *Siphoniata* Muſcheln mit Athemröhre	8. Rundmäntel	8. Integripalliata
		9. Buchtmäntel	9. Sinupalliata
		10. Röhrenmuſcheln	10. Inclusa
II. Weichthiere mit Kopf und mit Zähnen: Cephalophora oder Odontophora.			
III. Schnecken Cochlides oder Gasteropoda	V. Stummelköpfe *Perocephala*	11. Schaufelſchnecken	11. Scaphopoda
		12. Floſſenſchnecken	12. Pteropoda
	VI. Kopfſchnecken *Delocephala*	13. Hinterkiemer	13. Opisthobranchia
		14. Vorderkiemer	14. Prosobranchia
		15. Kielſchnecken	15. Heteropoda
		16. Käferſchnecken	16. Chitonida
		17. Lungenſchnecken	17. Pulmonata
IV. Kracken oder Pulpen Cephalopoda	VII. Kammerkracken (Vierkiemige) *Tetrabranchia*	18. Perlboote	18. Nautilida
		19. Ammonsboote	19. Ammonitida
	VIII. Tintenkracken (Zweikiemige) *Dibranchia*	20. Zehnarmige	20. Decabrachiones
		21. Achtarmige	21. Octobrachiones


Dibranchien
Heteropoden
Pulmonaten
Prosobranchien
Tetrabranchien
Cephalopoden
(Kraken)
Lipobranchien
Gymnobranchien
Pleurobranchien
Opistobranchien
Chitoniden
Delocephalen
Pteropoden
Inclusen
Sinupalliaten
Scaphopoden
Integripalliaten
Siphoniaten
Perocephalen
Cochliden
(Schnecken)
Sclerobrachien
Asiphonien
Sarcobrachien
Testicardinen
Lamellibranchien
(Muscheln)
Ecardinen
Spirobrachien
(Tascheln)
Otocardier
Mollusken mit Kammer und
Vorkammer am Herzen)
Promollusken (Urweichthiere)
Mollusken mit einfachem Herzen
Würmer
Gastraea

im Meere und zeichnen ſich vor den Schnecken durch acht, zehn oder mehr lange Arme aus, welche im Kranze den Mund umgeben. Die Kracken, welche noch jetzt in unſeren Meeren leben, die Sepien, Kalmare, Argonautenboote und Perlboote, ſind gleich den wenigen Spiralkiemern der Gegenwart nur dürftige Reſte von der formenreichen Schaar, welche dieſe Klaſſe in den Meeren der primordialen, primären und ſekundären Zeit bildete. Die zahlreichen verſteinerten Ammonshörner (Ammonites), Perlboote (Nautilus) und Donnerkeile (Belemnites) legen noch heutzutage von jenem längſt erloſchenen Glanze des Stammes Zeugniß ab. Wahrſcheinlich haben ſich die Pulpen aus einem niederen Zweige der Schneckenklaſſe, aus den Floſſenſchnecken (Pteropoden) oder Verwandten derſelben entwickelt.

Die verſchiedenen Unterklaſſen und Ordnungen, welche man in den vier Molluskenklaſſen unterſcheidet, und deren ſyſtematiſche Reihenfolge Ihnen die vorſtehende Tabelle (S. 474) anführt, liefern in ihrer hiſtoriſchen und ihrer entſprechenden ſyſtematiſchen Entwickelung mannichfache Beweiſe für die Gültigkeit des Fortſchrittsgeſetzes. Da jedoch dieſe untergeordneten Molluskengruppen an ſich weiter von keinem beſonderen Intereſſe ſind, verweiſe ich Sie auf die gegenüberſtehende Skizze ihres Stammbaums (S. 475) und auf den ausführlichen Stammbaum der Weichthiere, welchen ich in meiner generellen Morphologie gegeben habe, und wende mich ſogleich weiter zur Betrachtung des Sternthierſtammes.

Die Sternthiere (Echinoderma oder Estrellae), zu welchen die vier Klaſſen der Seeſterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken gehören, ſind eine der intereſſanteſten, und dennoch wenigſt bekannten Abtheilungen des Thierreichs. Alle leben im Meere. Jeder von Ihnen, der einmal an der See war, wird wenigſtens zwei Formen derſelben, die Seeſterne und Seeigel, geſehen haben. Wegen ihrer ſehr eigenthümlichen Organiſation ſind die Sternthiere als ein ganz ſelbſtſtändiger Stamm des Thierreichs zu betrachten, und namentlich gänzlich von den Pflanzenthieren, den Zoophyten oder Cölenteraten zu trennen, mit denen ſie noch jetzt oft irrthümlich als Strahlthiere oder Radia-

ten zusammengefaßt werden (so z. B. von Agassiz, welcher auch diesen Irrthum Cuvier's neben manchen anderen vertheidigt).

Alle Echinodermen sind ausgezeichnet und zugleich von allen anderen Thieren verschieden durch einen sehr merkwürdigen Bewegungsapparat. Dieser besteht aus einem verwickelten System von Canälen oder Röhren, die von außen mit Seewasser gefüllt werden. Das Seewasser wird in dieser Wasserleitung theils durch schlagende Wimperhaare, theils durch Zusammenziehungen der muskulösen Röhrenwände selbst, die Gummischläuchen vergleichbar sind, fortbewegt. Aus den Röhren wird das Wasser in sehr zahlreiche hohle Füßchen hinein gepreßt, welche dadurch prall ausgedehnt und nun zum Gehen und zum Ansaugen benutzt werden. Außerdem sind die Sternthiere auch durch eine eigenthümliche Verkalkung der Haut ausgezeichnet, welche bei den meisten zur Bildung eines festen, geschlossenen, aus vielen Platten zusammengesetzten Panzers führt. Bei fast allen Echinodermen ist der Körper aus fünf Strahltheilen (Gegenstücken oder Antimeren) zusammengesetzt, welche rings um die Hauptaxe des Körpers sternförmig herum stehen und sich in dieser Axe berühren. Nur bei einigen Seesternarten steigt die Zahl dieser Strahltheile über fünf hinaus, auf 6—9, 10—12, oder selbst 20—40; und in diesem Falle ist die Zahl der Strahltheile bei den verschiedenen Individuen der Species meist nicht beständig, sondern wechselnd.

Die geschichtliche Entwickelung und der Stammbaum der Echinodermen werden uns durch ihre zahlreichen und meist vortrefflich erhaltenen Versteinerungen, durch ihre sehr merkwürdige individuelle Entwickelungsgeschichte und durch ihre interessante vergleichende Anatomie so vollständig enthüllt, wie es außerdem bei keinem anderen Thierstamme, selbst die Wirbelthiere vielleicht nicht ausgenommen, der Fall ist. Durch eine kritische Benutzung jener drei Archive und eine denkende Vergleichung ihrer Resultate gelangen wir zu folgender Genealogie der Sternthiere, die ich in meiner generellen Morphologie begründet habe (Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII—LXXVII).

Die älteste und ursprüngliche Gruppe der Sternthiere, die

Stammgruppe des ganzen Phylum, iſt die Klaſſe der Seeſterne (Asterida). Dafür ſpricht außer zahlreichen und wichtigen Beweisgründen der Anatomie und Entwickelungsgeſchichte vor allen die hier noch unbeſtändige und wechſelnde Zahl der Strahltheile oder Antimeren, welche bei allen übrigen Echinodermen ausnahmslos auf fünf fixirt iſt. Jeder Seeſtern beſteht aus einer mittleren kleinen Körperſcheibe, an deren Umkreis in einer Ebene fünf oder mehr lange gegliederte Arme befeſtigt ſind. Jeder Arm des Seeſterns entſpricht in ſeiner ganzen Organiſation weſentlich einem gegliederten Wurme aus der Klaſſe der Ringelwürmer oder Anneliden (S. 466). Ich betrachte daher den Seeſtern als einen echten Stock oder Cormus von fünf oder mehr gegliederten Würmern, welche durch ſternförmige Keimknospenbildung aus einem centralen Mutter-Wurme entſtanden ſind. Von dieſem letzteren haben die ſternförmig verbundenen Geſchwiſter die gemeinſchaftliche Mundöffnung und die gemeinſame Verdauungshöhle (Magen) übernommen, die in der mittleren Körperſcheibe liegen. Das verwachſene Ende, welches in die gemeinſame Mittelſcheibe mündet, iſt wahrſcheinlich das Hinterende der urſprünglichen ſelbſtſtändigen Würmer.

In ganz ähnlicher Weiſe ſind auch bei den ungegliederten Würmern bisweilen mehrere Individuen zur Bildung eines ſternförmigen Stockes vereinigt. Das iſt namentlich bei den Botryllіden der Fall, zuſammengeſetzten Seeſcheiden oder Ascidien, welche zur Klaſſe der Manteltiere (Tunicaten) gehören. Auch hier ſind die einzelnen Würmer mit ihrem hinteren Ende, wie ein Rattenkönig, verwachſen, und haben ſich hier eine gemeinſame Auswurfsöffnung, eine Centralkloake gebildet, während am vorderen Ende noch jeder Wurm ſeine eigene Mundöffnung beſitzt. Bei den Seeſternen würde die letztere im Laufe der hiſtoriſchen Stockentwickelung zugewachſen ſein, während ſich die Centralkloake zu einem gemeinſamen Mund für den ganzen Stock ausbildete.

Die Seeſterne würden demnach Würmerſtöcke ſein, welche ſich durch ſternförmige Knospenbildung aus echten gegliederten Würmern

oder Colelminthen entwickelt haben. Diese Hypothese wird auf das Stärkste durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie der gegliederten Seesterne (Colastra) und der gegliederten Würmer gestützt. Unter den letzteren stehen in Bezug auf den inneren Bau die vielgliedrigen Ringelwürmer (Annelida) den einzelnen Armen oder Strahltheilen der Seesterne, d. h. den ursprünglichen Einzelwürmern, ganz nahe. Jeder der fünf Arme des Seesterns ist aus einer großen Anzahl hinter einander liegender gleichartiger Glieder oder Metameren kettenartig zusammengesetzt, ebenso wie jeder gegliederte Wurm und jedes Arthropod. Wie bei diesen letzteren, so verläuft auch bei den ersteren in der Mittellinie des Bauchtheils ein centraler Nervenstrang, das Bauchmark. An jedem Metamere sind ein paar ungegliederte Füße und außerdem meistens ein oder mehrere starre Stacheln angebracht, ähnlich wie bei den Ringelwürmern. Auch vermag der abgetrennte Seestern-Arm ein selbstständiges Leben zu führen und kann sich dann durch sternförmige Knospenbildung an einem Ende wieder zu einem fünfstrahligen Seesterne ergänzen.

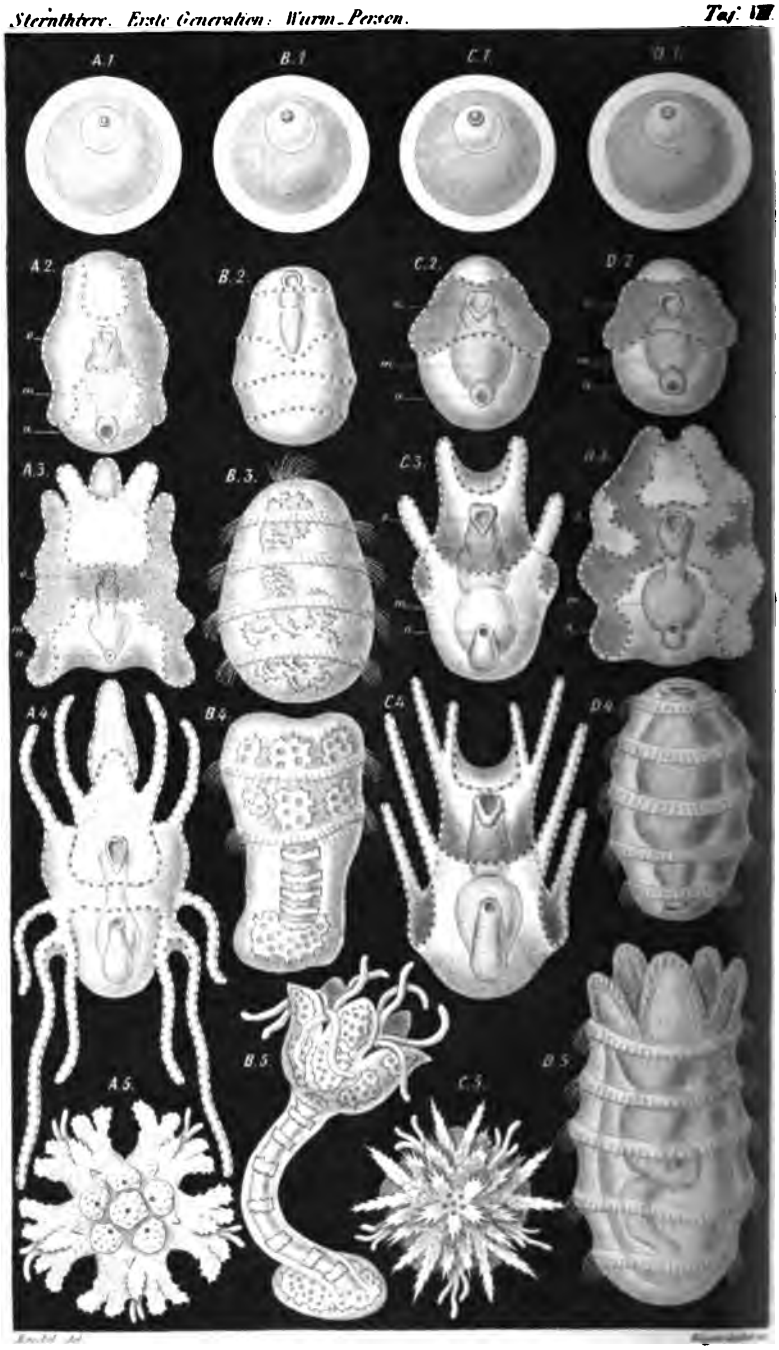
Die wichtigsten Beweise aber für die Wahrheit meiner Hypothese liefert die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeschichte der Echinodermen. Die höchst merkwürdigen Thatsachen dieser Ontogenie sind erst im Jahre 1848 durch den großen Berliner Zoologen Johannes Müller entdeckt worden. Einige ihrer wichtigsten Verhältnisse sind auf Taf. VIII und IX vergleichend dargestellt. (Vergl. die nähere Erklärung derselben unten im Anhang.) Fig. A auf Taf. IX zeigt Ihnen einen gewöhnlichen Seestern (Uraster), Fig. B eine Seelilie (Comatula), Fig. C einen Seeigel (Echinus) und Fig. D eine Seegurke (Synapta). Trotz der außerordentlichen Formverschiedenheit, welche diese vier Sternthiere zeigen, ist dennoch der Anfang der Entwickelung bei allen ganz gleich. Aus dem Ei entwickelt sich eine Gastrula, und aus dieser eine Thierform, welche gänzlich von dem ausgebildeten Sternthiere verschieden, dagegen den bewimperten Larven gewisser Gliederwürmer (Sternwürmer und Ringelwürmer) höchst ähnlich ist. Die sonderbare Thierform wird

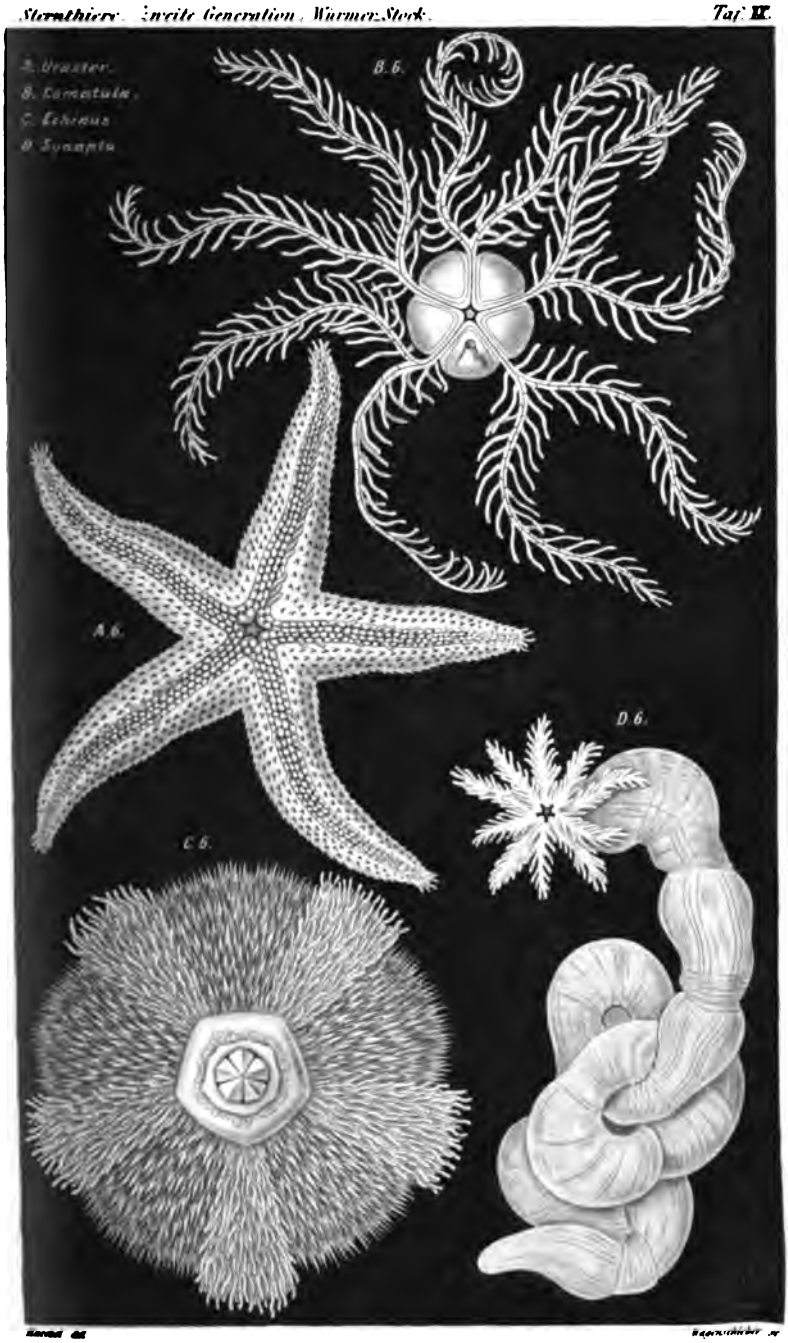
Syſtematiſche Ueberſicht

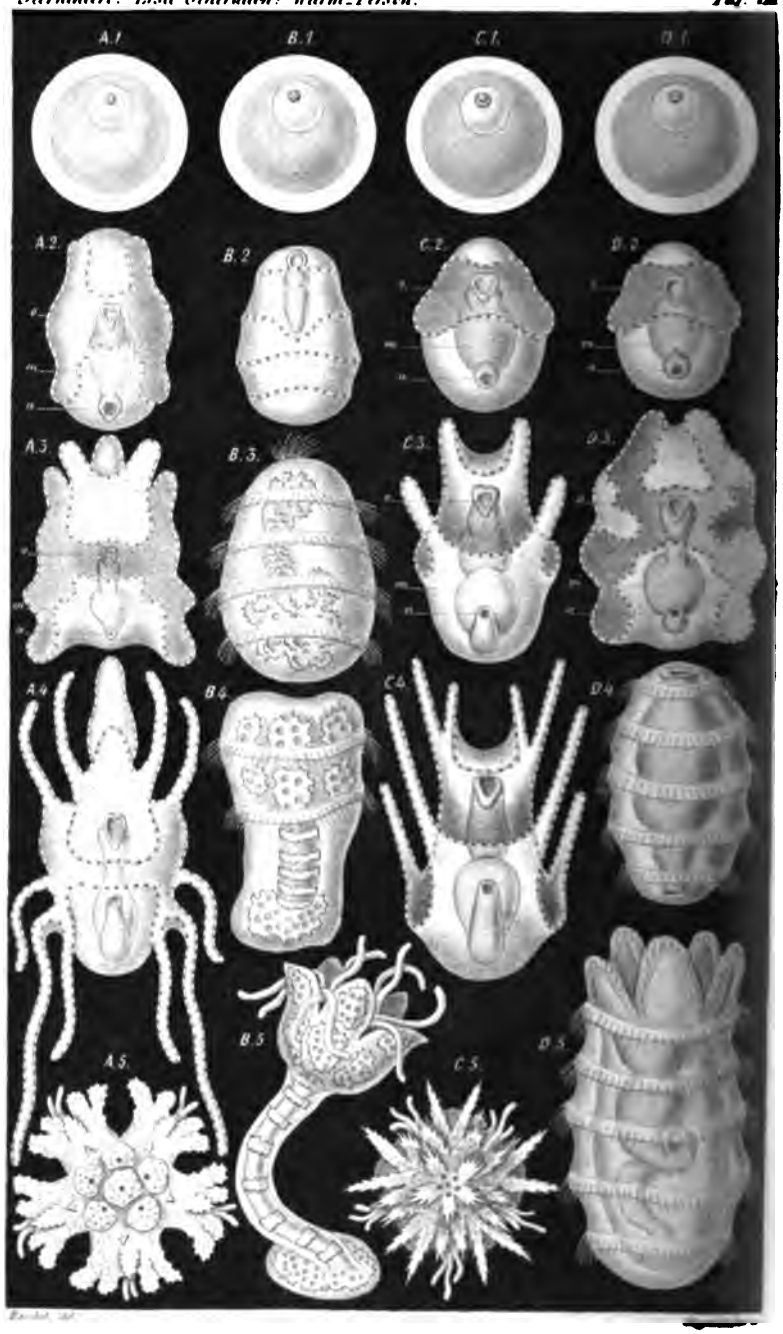
der 4 Klaſſen, 9 Unterklaſſen und 20 Ordnungen der Sternthiere.

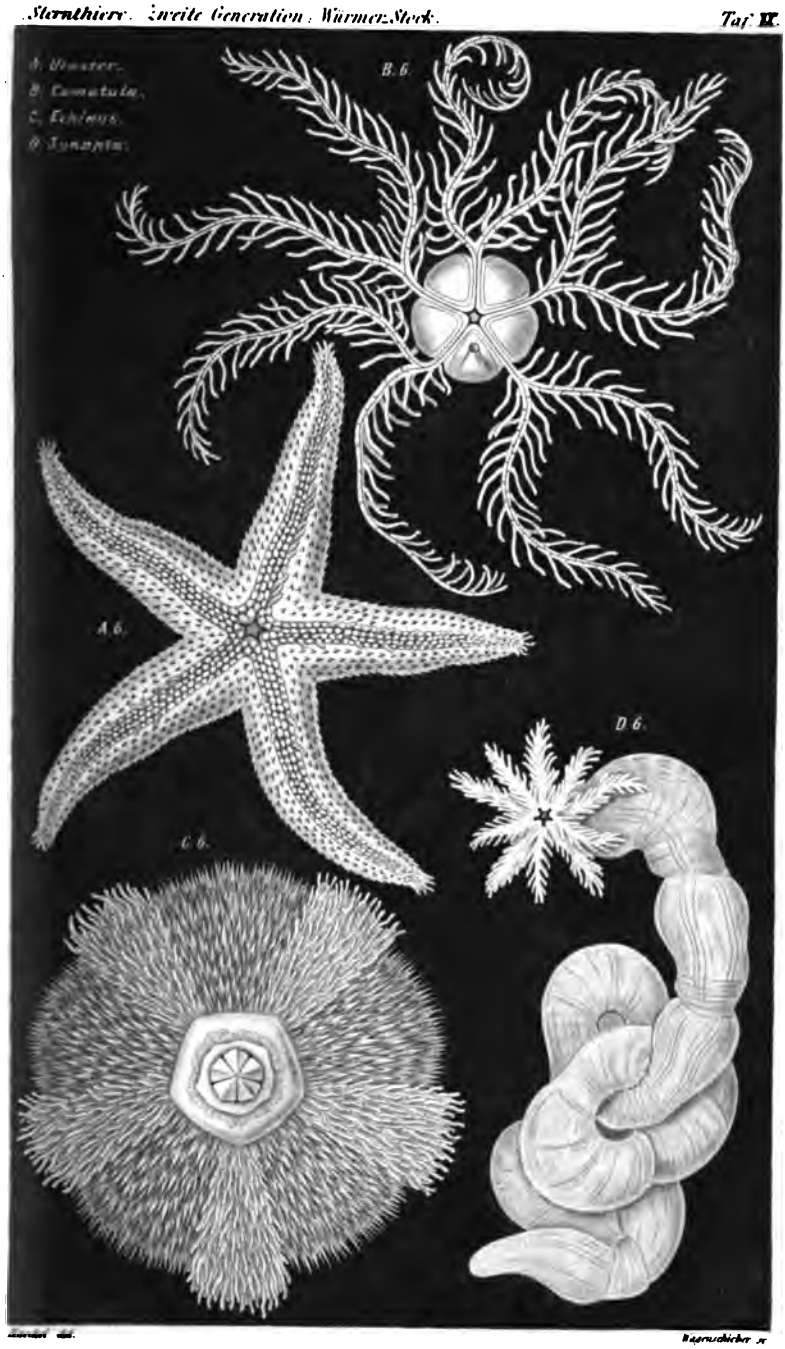
(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII — LXXVII.)

Klaſſen der Sternthiere	Unterklaſſen der Sternthiere	Ordnungen der Sternthiere	Syſtematiſcher Name der Ordnungen
I. Seeſterne *Asterida*	I. Seeſterne mit Strahlenmagen *Actinogastra*	1. Stammſterne	1. Tocastra
		2. Gliederſterne	2. Colastra
		3. Briſingaſterne	3. Brisingastra
	II. Seeſterne mit Scheibenmagen *Discogastra*	4. Schlangenſterne	4. Ophiastra
		5. Baumſterne	5. Phytastra
		6. Lilienſterne	6. Crinastra
II. Seelilien *Crinoida*	III. Armlilien *Brachiata*	7. Getäfelte Armlilien	7. Phatnocrinida
		8. Gegliederte Armlilien	8. Colocrinida
	IV. Knospenlilien *Blastoidea*	9. Regelmäßige Knospenlilien	9. Pentremitida
		10. Zweiſeitige Knospenlilien	10. Eleutherocrina
	V. Blaſenlilien *Cystidea*	11. Stielloſe Blaſenlilien	11. Agelacrinida
		12. Geſtielte Blaſenlilien	12. Sphaeronitida
III. Seeigel *Echinida*	VI. Aeltere Seeigel (mit mehr als 20 Plattenreihen) *Palechinida*	13. Palechiniden mit mehr als 10 ambulakralen Plattenreihen	13. Melonitida
		14. Palechiniden mit 10 ambulakralen Plattenreihen	14. Eocidarida
	VII. Jüngere Seeigel (mit 20 Plattenreihen) *Autechinida*	15. Autechiniden mit Bandambulakren	15. Desmosticha
		16. Autechiniden mit Blattambulakren	16. Petalosticha
IV. Seegurken *Holothuriae*	VIII. Seegurken mit Waſſerfüßchen *Eupodia*	17. Eupodien mit ſchildförmigen Fühlern	17. Aspidochirota
		18. Eupodien mit baumförmigen Fühlern	18. Dendrochirota
	IX. Seegurken ohne Waſſerfüßchen *Apodia*	19. Apodien mit Kiemen	19. Liodermatida
		20. Apodien ohne Kiemen	20. Synaptida


A.1
B.1
C.1
D.1
A.2.
B.2.
C.2.
D.2.
A.3.
B.3.
C.3.
D.3.
A.4.
B.4.
C.4.
D.4.
A.5.
B.5.
C.5.
D.5.


A. Uraster.
B. Comatula.
C. Echinus
D Synapta
B.6.
A.6.
D.6.
C.6.


A.1
B.1
C.1
D.1
A.2
B.2
C.2
D.2
A.3
B.3
C.3
D.3
A.4
B.4
C.4
D.4
A.5
B.5
C.5
D.5


A. Uraster.
B. Comatula.
C. Echinus.
D. Synapta.
B.6.
A.6.
D.6.
C.6.

lent der takoniſchen Schiefer Nordamerikas in Deutſchland" beſchrieben 1867 Geinitz und Liebe eine Anzahl von gegliederten ſiluriſchen Würmern, welche vollkommen den von mir gemachten Vorausſetzungen entſprechen. Dieſe höchſt merkwürdigen Würmer kommen in den Dachſchiefern von Wurzbach im reußiſchen Oberlande zahlreich in vortrefflich erhaltenem Zuſtande vor. Sie haben den Bau eines gegliederten Seeſternarms, und müſſen offenbar einen feſten Hautpanzer, ein viel härteres und feſteres Hautſkelet beſeſſen haben, als es ſonſt bei den Würmern vorkommt. Die Zahl der Körperglieder oder Metameren iſt ſehr beträchtlich, ſo daß die Würmer bei einer Breite von ¼—½ Zoll eine Länge von 2—3 Fuß und mehr erreichen. Die vortrefflich erhaltenen Abdrücke, namentlich von Phyllodocites thuringiacus und Crossopodia Henrici, gleichen auffallend den ſkeletirten Armen mancher gegliederten Seeſterne (Colastra). Ich bezeichne dieſe uralte Würmergruppe, zu welcher vermuthlich die Stammväter der Seeſterne gehört haben, als Panzerwürmer (Phracthelminthes, S. 460).

Aus der Klaſſe der Seeſterne, welche die urſprüngliche Form des ſternförmigen Wurmſtockes am getreueſten erhalten hat, haben ſich die drei anderen Klaſſen der Echinodermen offenbar erſt ſpäter entwickelt. Am wenigſten von ihnen entfernt haben ſich die Seelilien (Crinoida), welche aber die freie Ortsbewegung der übrigen Sternthiere aufgegeben, ſich feſtgeſetzt, und dann einen mehr oder minder langen Stiel entwickelt haben. Einige Seelilien (z. B. die Comateln, Fig. B auf Taf. VIII und IX) löſen ſich jedoch ſpäterhin von ihrem Stiele wieder ab. Die urſprünglichen Wurmindividuen ſind zwar bei den Crinoiden nicht mehr ſo ſelbſtſtändig und ausgebildet erhalten, wie bei den Seeſternen; aber dennoch bilden ſie ſtets mehr oder minder gegliederte, von der gemeinſamen Mittelſcheibe abgeſetzte Arme. Wir können daher die Seelilien mit den Seeſternen zuſammen in der Hauptklaſſe der Gliederarmigen (Colobrachia) vereinigen.

In den beiden anderen Echinodermenklaſſen, bei den Seeigeln

und Seegurken, ſind die gegliederten Arme nicht mehr als ſelbſtſtändige Körpertheile erkennbar, vielmehr durch weitgehende Centraliſation des Stockes vollkommen in der Bildung der gemeinſamen aufgeblaſenen Mittelſcheibe aufgegangen, ſo daß dieſe jetzt als eine einfache armloſe Büchſe oder Kapſel erſcheint. Der urſprüngliche Individuenſtock iſt ſcheinbar dadurch wieder zum Formwerth eines einfachen Individuums, einer einzelnen Perſon, herabgeſunken. Wir können daher dieſe beiden Klaſſen als Armloſe (Lipobrachia) den Gliederarmigen gegenüberſetzen. Die erſte Klaſſe derſelben, die Seeigel (Echinida), führen ihren Namen von den zahlreichen, oft ſehr großen Stacheln, welche die feſte, aus Kalkplatten ſehr zierlich zuſammengeſetzte Schale bedecken (Fig. C, Taf. VIII und IX). Die Schale ſelbſt hat die Grundform einer fünfſeitigen Pyramide. Wahrſcheinlich haben ſich die Seeigel unmittelbar aus einem Zweige der Seeſterne entwickelt. Die einzelnen Abtheilungen der Seeigel beſtätigen in ihrer hiſtoriſchen Aufeinanderfolge ebenſo wie die Ordnungen der Seelilien und Seeſterne, welche Ihnen die nebenſtehende Tabelle aufführt, in ausgezeichneter Weiſe die Geſetze des Fortſchritts und der Differenzirung. (Gen. Morph. II, Taf. IV.)

Während uns die Geſchichte dieſer drei Sternthierklaſſen durch die zahlreichen und vortrefflich erhaltenen Verſteinerungen ſehr genau erzählt wird, wiſſen wir dagegen von der geſchichtlichen Entwickelung der vierten Klaſſe, der Seegurken (Holothuriae), faſt Nichts. Aeußerlich zeigen dieſe ſonderbaren gurkenförmigen Sternthiere eine trügeriſche Aehnlichkeit mit Würmern (Fig. D, Taf. VIII und IX). Die Skeletbildung der Haut iſt hier ſehr unvollkommen und daher konnten keine deutlichen Reſte von ihrem langgeſtreckten walzenförmigen wurmähnlichen Körper in foſſilem Zuſtande erhalten bleiben. Dagegen läßt ſich aus der vergleichenden Anatomie der Holothurien erſchließen, daß dieſelben wahrſcheinlich aus einer Abtheilung der Seeigel durch Erweichung des Hautſkelets entſtanden ſind.

Von den Sternthieren wenden wir uns zu dem ſechſten und höchſt entwickelten Stamm unter den wirbelloſen Thieren, zu dem

Phylum der Gliederthiere oder Gliedfüßer (Arthropoda). Wie schon vorher bemerkt wurde, entspricht dieser Stamm der Klasse der Kerfe oder Insekten im ursprünglichen Sinne Linné's. Er enthält wiederum vier Klassen, nämlich 1. die echten sechsbeinigen Insekten; 2. die achtbeinigen Spinnen; 3. die mit zahlreichen Beinpaaren versehenen Tausendfüße und 4. die mit einer wechselnden Beinzahl versehenen Krebse oder Krustenthiere. Die letzte Klasse athmet Wasser durch Kiemen und kann daher als Hauptklasse der kiemenathmenden Arthropoden oder Kiemenkerfe (Carides) den drei ersten Klassen entgegengesetzt werden. Diese athmen Luft durch eigenthümliche Luftröhren oder Tracheen, und können daher passend in der Hauptklasse der tracheenathmenden Arthropoden oder Tracheenkerfe (Tracheata) vereinigt werden.

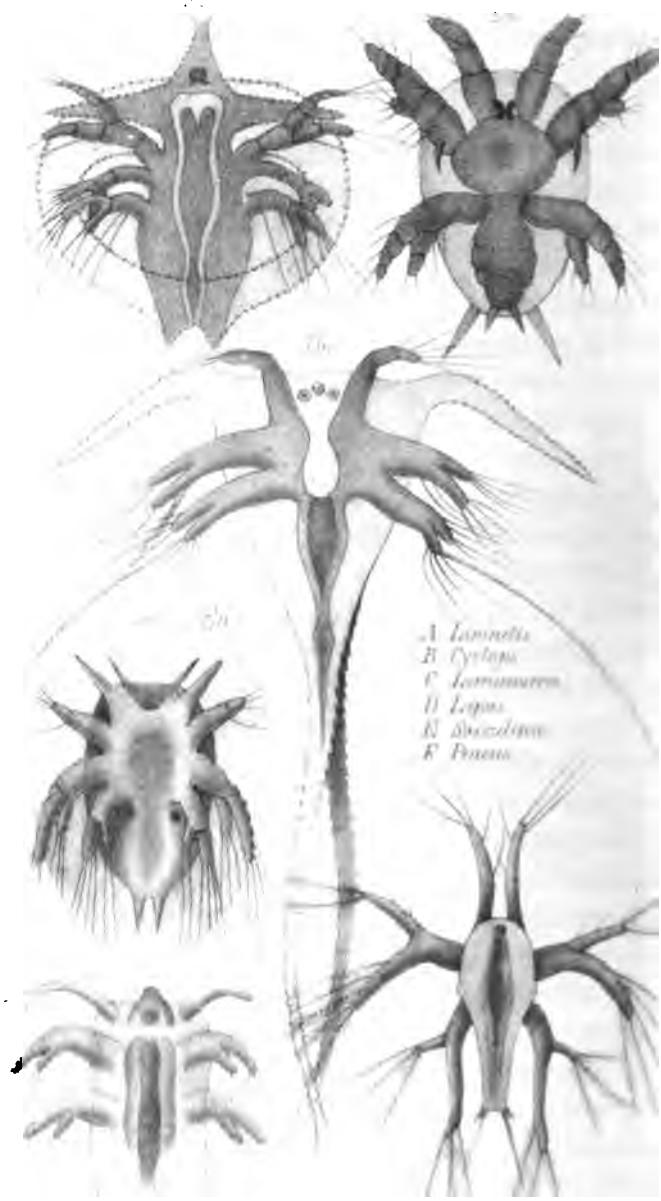
Bei allen Gliedfüßern sind, wie der Name sagt, die Beine deutlich gegliedert, und dadurch, sowie durch die stärkere Differenzirung der getrennten Körperabschnitte oder Metameren unterscheiden sie sich wesentlich von den geringelten Würmern, mit denen sie Bär und Cuvier in ihrem Typus der Articulaten vereinigten. Uebrigens stehen sie den gegliederten Würmern in jeder Beziehung so nahe, daß sie kaum scharf von ihnen zu trennen sind. Insbesondere theilen sie mit den Ringelwürmern die sehr charakteristische Form des centralen Nervensystems, das sogenannte Bauchmark, welches vorn mit einem den Mund umgebenden Schlundring beginnt. Auch aus anderen Thatsachen geht hervor, daß die Arthropoden sich jedenfalls aus Gliedwürmern erst später entwickelt haben. Wahrscheinlich sind entweder die Räderthiere oder die Ringelwürmer ihre nächsten Blutsverwandten im Würmerstamme (Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXXV—CII).

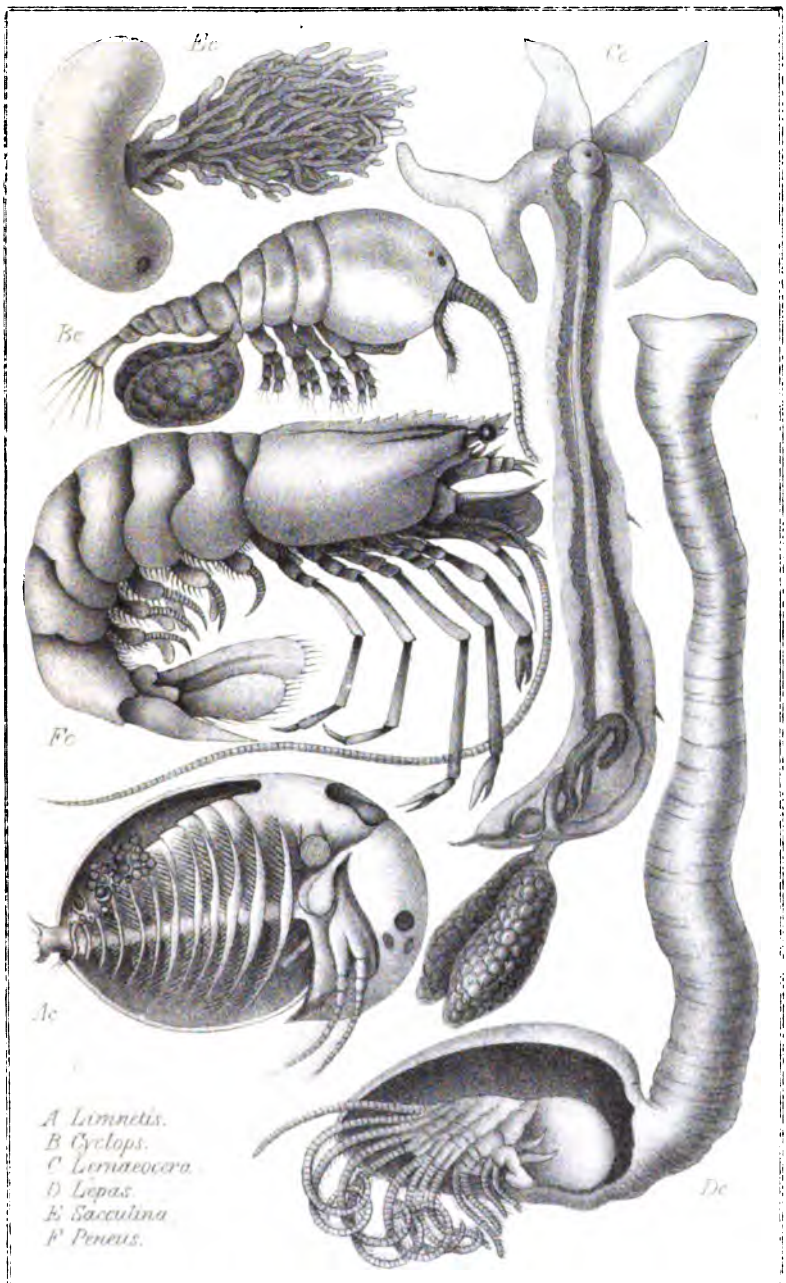
Wenn nun auch die Abstammung der Arthropoden von gegliederten Würmern als sicher gelten darf, so kann man doch nicht mit gleicher Sicherheit behaupten, daß der ganze Stamm der ersteren nur aus einem Zweige der letzteren entstanden sei. Es scheinen nämlich manche Gründe dafür zu sprechen, daß die Kiemenkerfe sich aus

einem anderen Zweige der gegliederten Würmer entwickelt haben, als die Tracheenkerfe. Wahrſcheinlicher aber bleibt es vorläufig noch, daß beide Hauptklaſſen aus einer und derſelben Würmergruppe entſtanden ſind. In dieſem Falle können ſich die tracheenathmenden Inſekten, Spinnen und Tauſendfüßer erſt ſpäter von den kiemenathmenden Kruſtenthieren abgezweigt haben.

Der Stammbaum der Arthropoden läßt ſich im Ganzen aus der Paläontologie, vergleichenden Anatomie und Ontogenie ſeiner vier Klaſſen vortrefflich erkennen, obwohl auch hier, wie überall, im Einzelnen noch ſehr vieles dunkel bleibt. Wenn man erſt die individuelle Entwickelungsgeſchichte aller einzelnen Gruppen genauer kennen wird, als es jetzt der Fall iſt, wird jene Dunkelheit mehr und mehr ſchwinden. Am beſten kennt man dieſelbe bis jetzt von der Klaſſe der Kiemenkerfe oder Krebſe (Carides), wegen ihrer harten kruſtenartigen Körperbedeckung auch Kruſtenthiere (Crustacea) genannt. Die Ontogenie dieſer Thiere iſt außerordentlich intereſſant, und verräth uns, ebenſo wie diejenige der Wirbelthiere, deutlich die weſentlichen Grundzüge ihrer Stammesgeſchichte oder Phylogenie. Fritz Müller hat in ſeiner ausgezeichneten, bereits angeführten Schrift „Für Darwin“ [16]) dieſes merkwürdige Verhältniß vortrefflich erläutert.

Die gemeinſchaftliche Stammform aller Krebſe, welche ſich bei den meiſten noch heutzutage zunächſt aus dem Ei entwickelt, iſt urſprünglich eine und dieſelbe: der ſogenannte Nauplius. Dieſer merkwürdige Urkrebs ſtellt eine ſehr einfache gegliederte Thierform dar, deren Körper meiſtens die Geſtalt einer rundlichen, ovalen oder birnförmigen Scheibe hat, und auf ſeiner Bauchſeite nur drei Beinpaare trägt. Von dieſen iſt das erſte ungeſpalten, die beiden folgenden Paare gabelſpaltig. Vorn über dem Munde ſitzt ein einfaches unpaares Auge. Trotzdem die verſchiedenen Ordnungen der Cruſtaceen-Klaſſe in dem Bau ihres Körpers und ſeiner Anhänge ſich ſehr weit von einander entfernen, bleibt dennoch ihre jugendliche Naupliusform immer im Weſentlichen dieſelbe. Werfen Sie, um ſich hiervon zu überzeugen, einen vergleichenden Blick auf Taf. X und XI, deren nä-


A Lamellis
B Cyclopis
C Lamellarum
D Lepas
E Squalinæ
F Penæ


Bc
Cc
Bc
Fc
Ac
Dc
A Limnetis.
B Cyclops.
C Lernaeocera.
D Lepas.
E Sacculina
F Penaeus.

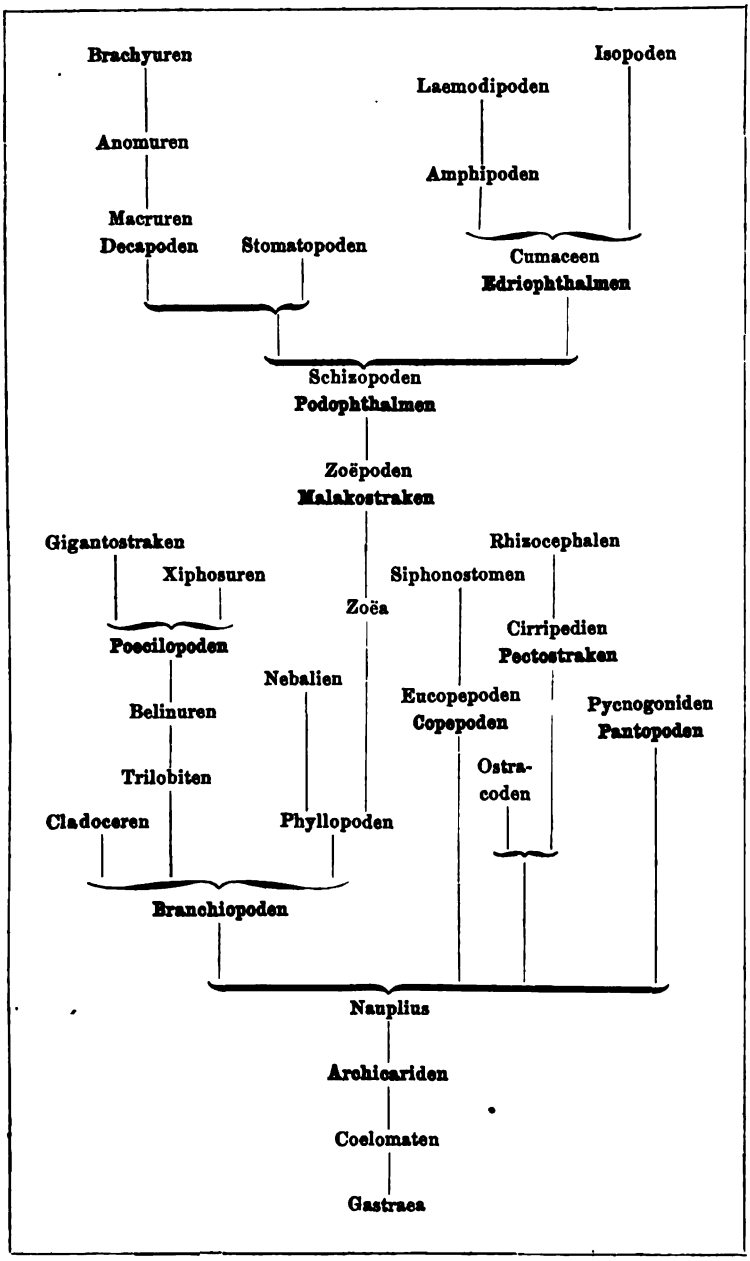
here Erklärung unten im Anhange gegeben wird. Auf Taf. XI ſehen Sie die ausgebildeten Repräſentanten von ſechs verſchiedenen Krebsordnungen, einen Blattfüßer (Limnetis, Fig. Ac), einen Rankenkrebs (Lepas, Fig. Dc), einen Wurzelkrebs (Sacculina, Fig. Ec), einen Ruderkrebs (Cyclops, Fig. Bc), eine Fiſchlaus (Lernaeocera, Fig. Cc) und endlich eine hoch organiſirte Garnele (Peneus, Fig. Fc). Dieſe ſechs Krebſe weichen in der ganzen Körperform, in der Zahl und Bildung der Beine u. ſ. w., wie Sie ſehen, ſehr ſtark von einander ab. Wenn Sie dagegen die aus dem Ei geſchlüpften früheſten Jugendformen oder „Nauplius" dieſer ſechs verſchiedenen Krebſe betrachten, die auf Taf. X mit entſprechenden Buchſtaben bezeichnet ſind (Fig. An —En), ſo werden Sie durch die große Uebereinſtimmung dieſer letzteren überraſcht ſein. Die verſchiedenen Nauplius-Formen jener ſechs Ordnungen unterſcheiden ſich nicht ſtärker, wie etwa ſechs verſchiedene „gute Species" einer Gattung. Wir können daher mit Sicherheit auf eine gemeinſame Abſtammung aller jener Ordnungen von einem gemeinſamen Urkrebſe ſchließen, der dem heutigen Nauplius im Weſentlichen gleich gebildet war.

Wie man ſich ungefähr die Abſtammung der auf S. 488 aufgezählten 20 Cruſtaceen-Ordnungen von der gemeinſamen Stammform des Nauplius gegenwärtig vorſtellen kann, zeigt Ihnen der gegenüberſtehende Stammbaum (S. 489). Aus der urſprünglich als ſelbſtſtändige Gattung exiſtirenden Nauplius-Form haben ſich als divergente Zweige nach verſchiedenen Richtungen hin die fünf Legionen der niederen Krebſe entwickelt, welche in der nachſtehenden ſyſtematiſchen Ueberſicht der Klaſſe als Gliederkrebſe (Entomostraca) zuſammengefaßt ſind. Aber auch die höhere Abtheilung der Panzerkrebſe (Malacostraca) hat aus der gemeinſamen Naupliusform ihren Urſprung genommen. Noch heute bildet die Nebalia eine unmittelbare Uebergangsform von den Phyllopoden zu den Schizopoden, d. h. zu der Stammform der ſtieläugigen und ſitzäugigen Panzerkrebſe. Jedoch hat ſich hier der Nauplius zunächſt in eine andere Larvenform, die ſogenannte Zoëa, umgewandelt, welche eine hohe Bedeutung beſitzt.

Syſtematiſche Ueberſicht

der 7 Legionen und 20 Ordnungen der Krebſe oder Cruſtaceen.

Legionen der Cruſtaceen	Ordnungen der Cruſtaceen	Syſtematiſcher Name der Ordnungen	Ein Haftungsname als Beiſpiel
I. Entomostraca. Niedere Cruſtaceen oder Gliederkrebſe (ohne eigentliche Zoëa-Jugendform).			
I. Branchiopoda Kiemenfüßige Krebſe	1. Urkrebſe	1. Archicarida	Nauplius
	2. Blattfüßer	2. Phyllopoda	Limnetis
	3. Paläaden	3. Trilobita	Paradoxides
	4. Waſſerflöhe	4. Cladocera	Daphnia
	5. Muſchelkrebſe	5. Ostracoda	Cypris
II. Pectostraca Haftkrebſe	6. Rankenkrebſe	6. Cirripedia	Lepas
	7. Wurzelkrebſe	7. Rhizocephala	Sacculina
III. Copepoda Ruderfüßige Krebſe	8. Ruderkrebſe	8. Eucopepoda	Cyclops
	9. Fiſchläuſe	9. Siphonostoma	Lernaeocera
IV. Pantopoda Spinnenkrebſe	10. Spinnenkrebſe	10. Pycnogonida	Nymphon
V. Poecilopoda Schildkrebſe	11. Pfeilſchwänzer	11. Xiphosura	Limulus
	12. Rieſenkrebſe	12. Gigantostraca	Eurypterus
II. Malacostraca. Höhere Cruſtaceen oder Panzerkrebſe (mit wahrer Zoëa-Jugendform).			
VI. Podophthalma Stieläugige Panzerkrebſe	13. Zoëa-Krebſe	13. Zoëpoda	Zoëa
	14. Spaltfüßer	14. Schizopoda	Mysis
	15. Maulfüßer	15. Stomatopoda	Squilla
	16. Zehnfüßer	16. Decapoda	Penaeus
VII. Edriophthalma Sitzäugige Panzerkrebſe	17. Kuma-Krebſe	17. Cumacea	Cuma
	18. Flohkrebſe	18. Amphipoda	Gammarus
	19. Kehlfüßer	19. Laemodipoda	Caprella
	20. Aſſeln	20. Isopoda	Oniscus


Brachyuren
Isopoden
Laemodipoden
Anomuren
Amphipoden
Macruren
Decapoden
Stomatopoden
Cumaceen
Edriophthalmen
Schizopoden
Podophthalmen
Zoëpoden
Malakostraken
Gigantostraken
Rhizocephalen
Xiphosuren
Siphonostomen
Zoëa
Cirripedien
Poecilopoden
Pectostraken
Nebalien
Eucopepoden
Pycnogoniden
Belinuren
Copepoden
Pantopoden
Trilobiten
Ostra-
coden
Cladoceren
Phyllopoden
Branchiopoden
Nauplius
Archicariden
Coelomaten
Gastraea

Dieſe ſeltſame Zoëa hat wahrſcheinlich zunächſt der Ordnung der Spaltfüßer oder Schizopoden (Mysis etc.) den Urſprung gegeben, welche noch heutigen Tages durch die Nebalien unmittelbar mit den Blattfüßern oder Phyllopoden zuſammenhängen. Dieſe letzteren aber ſtehen von allen lebenden Krebſen der urſprünglichen Stammform des Nauplius am nächſten. Aus den Spaltfüßern haben ſich als zwei divergente Zweige nach verſchiedenen Richtungen hin die ſtieläugigen und die ſitzäugigen Panzerkrebſe oder Malokoſtraken entwickelt, die erſteren durch die Garneelen (Peneus etc.), die letzteren durch die Kumaceen (Cuma etc.) noch heute mit den Schizopoden zuſammenhängend. Zu den Stieläugigen gehört der Flußkrebs, der Hummer und die übrigen Langſchwänze oder Makruren, aus denen ſich erſt ſpäter in der Kreidezeit durch Rückbildung des Schwanzes die kurzſchwänzigen Krabben oder Brachyuren entwickelt haben. Die Sitzäugigen ſpalten ſich in die beiden Zweige der Flohkrebſe (Amphipoden) und der Aſſeln (Iſopoden), zu welchen letzteren unſere gemeine Maueraſſel und Kelleraſſel gehört.

Die zweite Hauptklaſſe der Gliederthiere, die Tracheaten oder die luftathmenden Tracheenkerfe (die Spinnen, Tauſendfüßer und Inſekten) ſind jedenfalls erſt im Anfang der paläolithiſchen Zeit, nach Abſchluß des archolithiſchen Zeitraums entſtanden, weil alle dieſe Thiere (im Gegenſatz zu den meiſt waſſerbewohnenden Krebſen) urſprünglich Landbewohner ſind. Offenbar können ſich dieſe Luftathmer erſt entwickelt haben, als nach Verfluß der ſiluriſchen Zeit das Landleben begann. Da nun aber foſſile Reſte von Spinnen und Inſekten bereits in den Steinkohlenſchichten gefunden werden, ſo können wir ziemlich genau den Zeitpunkt ihrer Entſtehung feſtſtellen. Es muß die Entwickelung der erſten Tracheenkrefe aus kiemenathmenden Zoëakrebſen oder aus Würmern zwiſchen das Ende der Silurzeit und den Beginn der Steinkohlenzeit fallen, alſo in die devoniſche Periode.

Die Entſtehung der Tracheaten hat kürzlich Gegenbaur durch eine geiſtreiche Hypotheſe zu erklären verſucht, in ſeinen ausgezeichneten „Grundzügen der vergleichenden Anatomie“ [26]). Das Tracheen-

system oder Luftröhrensystem und die durch dasselbe bedingten Modificationen der Organisation zeichnen die Insekten, Tausendfüßer und Spinnen so sehr vor den übrigen Thieren aus, daß die Vorstellung von seiner ersten Entstehung der Phylogenie keine geringen Schwierigkeiten bereitet. Nach Gegenbaurs Ansicht stehen der gemeinsamen Stammform der Tracheaten unter allen jetzt lebenden Tracheenkerfen die Urflügler oder Archipteren am nächsten. Diese Insekten, zu denen namentlich die zarten Eintagsfliegen (Ephemeren) und die flinken Wasserjungfern (Libellen) gehören, besitzen in ihrer ersten Jugend als Larven zum Theil äußere Tracheenkiemen, welche in Gestalt von blattförmigen oder pinselförmigen Anhängen in zwei Reihen auf der Rückenseite des Leibes sitzen. Aehnliche blattförmige oder pinselförmige Organe treffen wir als echte Wasserathmungsorgane oder Kiemen bei vielen Krebsen und Ringelwürmern (Anneliden) an, und zwar bei den letzteren als wirkliche Rückengliedmaßen. Wahrscheinlich sind die „Tracheenkiemen", welche wir bei den Larven von vielen Urflüglern antreffen, als solche „Rücken-Extremitäten" zu deuten und aus den entsprechenden Anhängen von Anneliden oder vielleicht auch von längst ausgestorbenen Crustaceen wirklich entstanden. Aus der Athmung durch „Tracheenkiemen" hat sich erst später die gewöhnliche Tracheen-Athmung der Tracheaten hervorgebildet. Die Tracheenkiemen selbst aber sind theilweise verloren gegangen, theilweise zu den Flügeln der Insekten umgebildet worden. Gänzlich verloren gegangen sind sie in den beiden Klassen der Spinnen und Tausendfüßer. Diese sind demgemäß als rückgebildete oder eigenthümlich entwickelte Seitenzweige der Insektenklasse aufzufassen, welche sich schon frühzeitig von der gemeinsamen Insekten-Stammgruppe abgezweigt haben, und zwar die Spinnen früher als die Tausendfüßer. Ob jene gemeinsame Stammform aller Tracheaten, die ich in der generellen Morphologie als Protracheata bezeichnet habe, sich direkt aus echten Ringelwürmern oder zunächst aus Zoëa-förmigen Crustaceen („Zoëpoden", S. 489) entwickelt hat, das wird sich späterhin wahrscheinlich noch durch genauere Erkenntniß und Vergleichung der Ontogenese der Tra-

cheaten, Cruſtaceen und Anneliden feſtſtellen laſſen. Auf jeden Fall iſt die Wurzel der Tracheaten ebenſo wie der Cruſtaceen in der Gruppe der Coelomaten-Würmer zu ſuchen.

Die echten Spinnen (Arachnida) ſind durch den Mangel der Flügel und durch vier Beinpaare von den Inſekten unterſchieden. Wie jedoch die Skorpionſpinnen und die Geißelſkorpione deutlich zeigen, ſind eigentlich auch bei ihnen, wie bei den Inſekten, nur drei echte Beinpaare vorhanden. Das ſcheinbare vierte Beinpaar der Spinnen (das vorderſte) iſt eigentlich ein Kieferpaar. Unter den heute noch lebenden Spinnen giebt es eine kleine Gruppe, welche wahrſcheinlich der gemeinſamen Stammform der ganzen Klaſſe ſehr nahe ſteht. Das iſt die Ordnung der Skorpionſpinnen oder Solifugen (Solpuga, Galeodes), von der mehrere große, wegen ihres giftigen Biſſes ſehr gefürchtete Arten in Afrika und Aſien leben. Der Körper beſteht hier, wie wir es bei dem gemeinſamen Stammvater der Tracheaten vorausſetzen müſſen, aus drei getrennten Abſchnitten, einem Kopfe, welcher mehrere Kieferpaare trägt, einer Bruſt, an deren drei Ringen drei Beinpaare befeſtigt ſind, und einem vielgliederigen Hinterleibe. In der Gliederung des Leibes ſtehen demnach die Solifugen eigentlich den Inſekten näher, als den übrigen Spinnen. Aus den devoniſchen Urſpinnen, welche den heutigen Solifugen nahe verwandt waren, haben ſich wahrſcheinlich als drei divergente Zweige die Streckſpinnen, Schneiderſpinnen und Rundſpinnen entwickelt. (S. 495.)

Die Streckſpinnen (Arthrogastres) erſcheinen als die älteren und urſprünglicheren Formen, bei denen ſich die frühere Leibesgliederung beſſer erhalten hat, als bei den Rundſpinnen. Die wichtigſten Formen dieſer Unterklaſſe ſind die Skorpione, welche durch die Phryniden oder Geißelſkorpione mit den Solifugen verbunden werden. Als ein rückgebildeter Seitenzweig erſcheinen die kleinen Bücherſkorpione, welche unſere Bibliotheken und Herbarien bewohnen. In der Mitte zwiſchen den Skorpionen und den Rundſpinnen ſtehen die langbeinigen Schneiderſpinnen (Opiliones), welche vielleicht aus einem beſonderen Zweige der Solifugen entſtanden ſind. Die Pycnogoni-

den oder Spinnenkrebſe und die Arktisken oder Bärwürmer, welche man gewöhnlich noch jetzt unter den Spinnen aufführt, ſind von dieſer Klaſſe ganz auszuſchließen. Die erſteren ſind unter die Cruſtaceen, die letzteren unter die Gliederwürmer zu ſtellen.

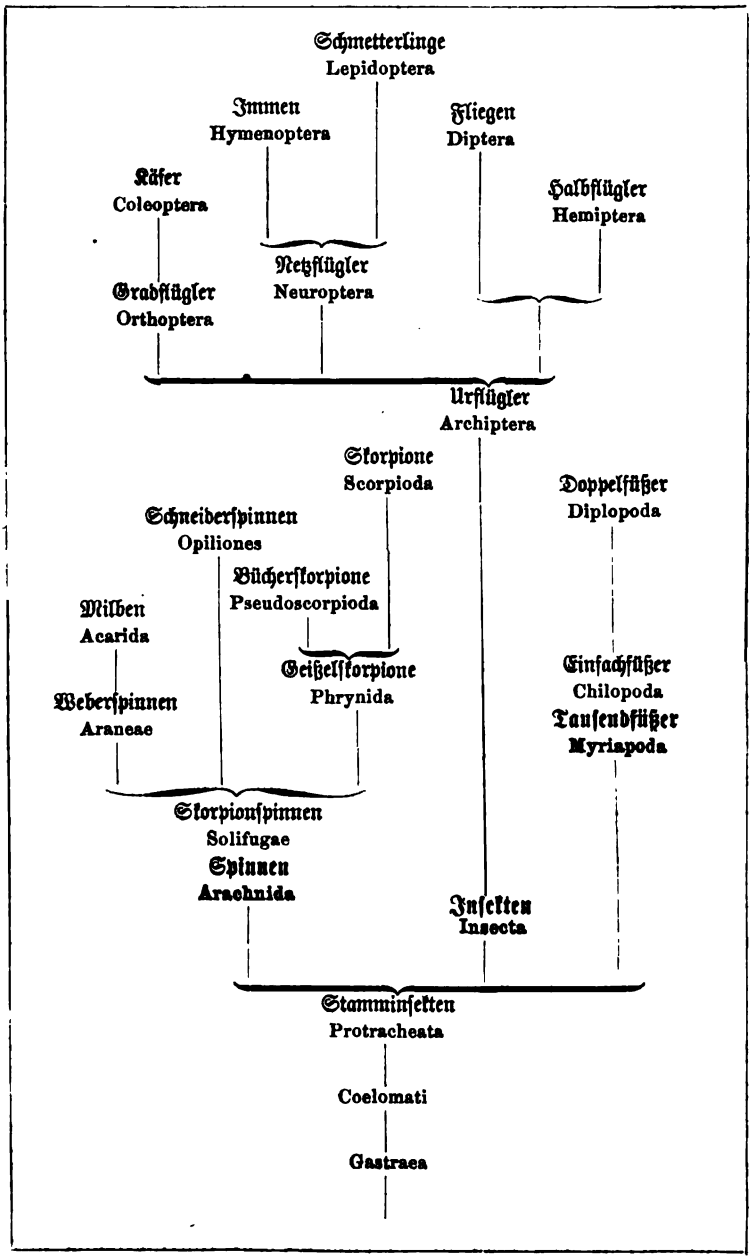
Verſteinerte Reſte von Streckſpinnen finden ſich bereits in der Steinkohle. Dagegen kommt die zweite Unterklaſſe der Arachniden, die Rundſpinnen (Sphaerogastres), verſteinert zuerſt im Jura, alſo ſehr viel ſpäter, vor. Sie haben ſich aus einem Zweige der Solifugen dadurch entwickelt, daß die Leibesringe mehr oder weniger mit einander verſchmolzen. Bei den eigentlichen Weberſpinnen (Araneae), welche wir wegen ihrer feinen Webekünſte bewundern, geht die Verſchmelzung der Rumpfglieder oder Metameren ſo weit, daß der Rumpf nur noch aus zwei Stücken beſteht, einer Kopfbruſt, welche die Kiefer und die vier Beinpaare trägt, und einem anhangsloſen Hinterleib, an welchem die Spinnwarzen ſitzen. Bei den Milben (Acarida), welche wahrſcheinlich aus einem verkümmerten Seitenzweige der Weberſpinnen durch Entartung (insbeſondere durch Schmarotzerleben) entſtanden ſind, verſchmelzen ſogar noch dieſe beiden Rumpfſtücke mit einander zu einer ungegliederten Maſſe.

Die Klaſſe der Tauſendfüßer (Myriapoda), die kleinſte und formenärmſte unter den vier Arthropodenklaſſen, zeichnet ſich durch den ſehr verlängerten Leib aus, welcher einem gegliederten Ringelwurme ſehr ähnlich iſt und oft mehr als hundert Beinpaare trägt. Aber auch ſie hat ſich urſprünglich aus einer ſechsbeinigen Tracheatenform entwickelt, wie die individuelle Entwickelung der Tauſendfüßer im Ei deutlich beweiſt. Ihre Embryonen haben zuerſt nur drei Beinpaare, gleich den echten Inſekten, und erſt ſpäter knospen Stück für Stück die folgenden Beinpaare aus den wuchernden Hinterleibsringen hervor. Von den beiden Ordnungen der Tauſendfüßer (welche bei uns unter Baumrinden, im Moſe u. ſ. w. leben), haben ſich wahrſcheinlich die runden Doppelfüßer (Diplopoda) erſt ſpäter aus dem älteren platten Einfachfüßern (Chilopoda) entwickelt, indem je

Syſtematiſche Ueberſicht

der 3 Klaſſen und 17 Ordnungen der Tracheaten.

Klaſſen der Tracheaten	Unterklaſſen der Tracheaten	Ordnungen der Tracheaten	Zwei Gattungsnamen als Beiſpiele
I. Spinnen Arachnida	I. Streckſpinnen *Arthrogastres*	1. Skorpionſpinnen Solifugae	Solpuga, Galeodes
		2. Geißelſkorpione Phrynida	Phrynus, Thelyphonus
		3. Skorpione Scorpioda	Scorpio, Buthus
		4. Bücherſkorpione Pseudoscorpioda	Obisium, Chelifer
		5. Schneiderſpinnen Opilionida	Phalangium, Opilio
	II. Rundſpinnen *Sphaerogastres*	6. Weberſpinnen Araneae	Epeira, Mygale
		7. Milben Acarida	Sarcoptes, Demodex
II. Tauſendfüßer Myriapoda	III. Einfachfüßer *Chilopoda*	8. Einfachfüßer Chilopoda	Scolopendra, Geophilus
	IV. Doppelfüßer *Diplopoda*	9. Doppelfüßer Diplopoda	Julus, Polydesmus
III. Inſekten Insecta oder Hexapoda	V. Kauende Inſekten *Masticantia*	10. Urflügler Archiptera	Ephemera, Libellula
		11. Netzflügler Neuroptera	Hemerobius, Phryganea
		12. Grabflügler Orthoptera	Locusta, Forficula
		13. Käfer Coleoptera	Cicindela, Melolontha
		14. Hautflügler Hymenoptera	Apis, Formica
	VI. Saugende Inſekten *Sugentia*	15. Halbflügler Hemiptera	Aphis, Cimex
		16. Fliegen Diptera	Culex, Musca
		17. Schmetterlinge Lepidoptera	Bombyx, Papilio


Schmetterlinge
Lepidoptera
Immen
Hymenoptera
Fliegen
Diptera
Käfer
Coleoptera
Halbflügler
Hemiptera
Netzflügler
Neuroptera
Grabflügler
Orthoptera
Urflügler
Archiptera
Skorpione
Scorpioda
Doppelfüßer
Diplopoda
Schneiderſpinnen
Opiliones
Bücherſkorpione
Pseudoscorpioda
Milben
Acarida
Geißelſkorpione
Phrynida
Einfachfüßer
Chilopoda
Weberſpinnen
Araneae
Tauſendfüßer
Myriapoda
Skorpionſpinnen
Solifugae
Spinnen
Arachnida
Inſekten
Insecta
Stamminſekten
Protracheata
Coelomati
Gastraea

zwei Ringe des Leibes paarweiſe mit einander verſchmolzen. Von den Chilopoden finden ſich foſſile Reſte zuerſt im Jura vor.

Die dritte und letzte Klaſſe unter den tracheenathmenden Arthropoden iſt die der Inſekten (Insecta oder Hexapoda), die umfangreichſte von allen Thierklaſſen, und nächſt derjenigen der Säugethiere auch die wichtigſte von allen. Trotzdem die Inſekten eine größere Mannichfaltigkeit von Gattungen und Arten entwickeln, als die übrigen Thiere zuſammengenommen, ſind das alles doch im Grunde nur oberflächliche Variationen eines einzigen Themas, welches in ſeinen weſentlichen Charakteren ſich ganz beſtändig erhält. Bei allen Inſekten ſind die drei Abſchnitte des Rumpfes, Kopf, Bruſt und Hinterleib deutlich getrennt. Der Hinterleib oder das Abdomen trägt, wie bei den Spinnen, gar keine gegliederten Anhänge. Der mittlere Abſchnitt, die Bruſt oder der Thorax, trägt auf der Bauchſeite die drei Beinpaare, auf der Rückenſeite urſprünglich zwei Flügelpaare. Freilich ſind bei ſehr vielen Inſekten eines oder beide Flügelpaare verkümmert, oder ſelbſt ganz verſchwunden. Allein die vergleichende Anatomie der Inſekten zeigt uns deutlich, daß dieſer Mangel erſt nachträglich durch Verkümmerung der Flügel entſtanden iſt, und daß alle jetzt lebenden Inſekten von einem gemeinſamen Stammineſekt abſtammen, welches drei Beinpaare und zwei Flügelpaare beſaß (vergl. S. 256). Dieſe Flügel, welche die Inſekten ſo auffallend vor den übrigen Gliedfüßern auszeichen, entſtanden, wie ſchon vorher gezeigt wurde, wahrſcheinlich aus den Tracheenkiemen, welche wir noch heute an den im Waſſer lebenden Larven der Eintagsfliegen (Ephemera) beobachten.

Der Kopf der Inſekten trägt allgemein außer den Augen ein Paar gegliederte Fühlhörner oder Antennen, und außerdem auf jeder Seite des Mundes drei Kiefer. Dieſe drei Kieferpaare, obgleich bei allen Inſekten aus derſelben urſprünglichen Grundlage entſtanden, haben ſich durch verſchiedenartige Anpaſſung bei den verſchiedenen Ordnungen zu höchſt mannichfaltigen und merkwürdigen Formen umgebildet, ſo daß man ſie hauptſächlich zur Unterſcheidung und

Charakteristik der Hauptabtheilungen der Klasse verwendet. Zunächst kann man als zwei Hauptabtheilungen Insekten mit kauenden Mundtheilen (Masticantia) und Insekten mit saugenden Mundwerkzeugen (Sugentia) unterscheiden. Bei genauerer Betrachtung kann man noch schärfer jede dieser beiden Abtheilungen in zwei Untergruppen vertheilen. Unter den Kauinsekten oder Masticantien können wir die beißenden und die leckenden unterscheiden. Zu den Beißenden (Mordentia) gehören die ältesten und ursprünglichsten Insekten, die vier Ordnungen der Urflügler, Netzflügler, Geradflügler und Käfer. Die Leckenden (Lambentia) werden bloß durch die eine Ordnung der Hautflügler gebildet. Unter den Sauginsekten oder Sugentien können wir die beiden Gruppen der stechenden und schlürfenden unterscheiden. Zu den Stechenden (Pungentia) gehören die beiden Ordnungen der Halbflügler und Fliegen, zu den Schlürfenden (Sorbentia) bloß die Schmetterlinge.

Den ältesten Insekten, welche die Stammformen der ganzen Klasse (und somit wahrscheinlich auch aller Tracheaten) enthalten, stehen von den heute noch lebenden Insekten am nächsten die beißenden, und zwar die Ordnung der Urflügler (Archiptera oder Pseudoneuroptera). Dahin gehören vor allen die Eintagsfliegen (Ephemera), deren im Wasser lebende Larven uns wahrscheinlich noch heute in ihren Tracheenkiemen die Organe zeigen, aus denen die Insektenflügel entstanden. Ferner gehören in diese Ordnung die bekannten Wasserjungfern oder Libellen, die flügellosen Zuckergäste (Lepisma) und Springschwänze (Collembola), die Blasenfüßer (Physopoda), und die gefürchteten Termiten, von denen sich versteinerte Reste schon in der Steinkohle finden. Unmittelbar hat sich wahrscheinlich aus den Urflüglern die Ordnung der Netzflügler (Neuroptera) entwickelt, welche sich von ihnen wesentlich nur durch die vollkommene Verwandlung unterscheiden. Es gehören dahin die Florfliegen (Planipennia), die Schmetterlingsfliegen (Phryganida), und die Fächerfliegen (Strepsiptera). Fossile Insekten, welche den Uebergang von den

Urflüglern (Libellen) zu den Netzflüglern (Sialiden) vermitteln, kommen ſchon in der Steinkohle vor (Dictyophlebia).

Aus einem anderen Zweige der Urflügler hat ſich durch Differenzirung der beiden Flügelpaare ſchon frühzeitig die Ordnung der Gradflügler (Orthoptera) entwickelt. Dieſe Abtheilung beſteht aus der formenreichen Gruppe der Schaben, Heuſchrecken, Grillen u. ſ. w. (Ulonata), und aus der kleinen Gruppe der bekannten Ohrwürmer (Labidura), welche durch die Kneifzange am hinteren Körperende ausgezeichnet ſind. Sowohl von Schaben als von Grillen und Heuſchrecken kennt man Verſteinerungen aus der Steinkohle.

Auch die vierte Ordnung der beißenden Inſekten, die der Käfer (Coleoptera), kommt bereits in der Steinkohle verſteinert vor. Dieſe außerordentlich umfangreiche Ordnung, der bevorzugte Liebling der Inſektenliebhaber und Sammler, zeigt am deutlichſten von allen, welche unendliche Formenmannichfaltigkeit ſich durch Anpaſſung an verſchiedene Lebensverhältniſſe äußerlich entwickeln kann, ohne daß deshalb der innere Bau und die Grundform des Körpers irgendwie weſentlich umgebildet wird. Wahrſcheinlich haben ſich die Käfer aus einem Zweige der Gradflügler entwickelt, von denen ſie ſich weſentlich nur durch ihre vollkommene Verwandlung unterſcheiden.

An dieſe vier Ordnungen der beißenden Inſekten ſchließt ſich nun zunächſt die eine Ordnung der leckenden Inſekten an, die intereſſante Gruppe der Immen oder Hautflügler (Hymenoptera). Dahin gehören diejenigen Inſekten, welche ſich durch ihre entwickelten Kulturzuſtände, durch ihre weitgehende Arbeitstheilung, Gemeindebildung und Staatenbildung zu bewunderungswürdiger Höhe des Geiſteslebens, der intellektuellen Vervollkommnung und der Charakterſtärke erhoben haben und dadurch nicht allein die meiſten Wirbelloſen, ſondern überhaupt die meiſten Thiere übertreffen. Es ſind das vor allen die Ameiſen und die Bienen, ſodann die Weſpen, Blattweſpen, Holzweſpen, Schlupfweſpen, Gallweſpen u. ſ. w. Sie kommen zuerſt verſteinert im Jura vor, in größerer Menge jedoch erſt

in den Tertiärſchichten. Wahrſcheinlich haben ſich die Hautflügler aus einem Zweige entweder der Urflügler oder der Netzflügler entwickelt.

Von den beiden Ordnungen der ſtechenden Inſekten, den Hemipteren und Dipteren, iſt die ältere diejenige der Halbflügler (Hemiptera), auch Schnabelkerfe (Rhynchota) genannt. Dahin gehören die drei Unterordnungen der Blattläuſe (Homoptera), der Wanzen (Heteroptera), und der Läuſe (Pediculina). Von erſteren beiden finden ſich foſſile Reſte ſchon im Jura. Aber ſchon im permiſchen Syſtem kommt ein merkwürdiges Inſekt vor (Eugereon), welches auf die Abſtammung der Hemipteren von den Neuropteren hinzudeuten ſcheint. Wahrſcheinlich ſind von den drei Unterordnungen der Hemipteren die älteſten die Homopteren, zu denen außer den eigentlichen Blattläuſen auch noch die Schildläuſe, die Blattflöhe und die Zirpen oder Cicaden gehören. Aus zwei verſchiedenen Zweigen der Homopteren werden ſich die Läuſe durch weitgehende Entartung (vorzüglich Verluſt der Flügel), die Wanzen dagegen durch Vervollkommnung (Sonderung der beiden Flügelpaare) entwickelt haben.

Die zweite Ordnung der ſtechenden Inſekten, die Fliegen oder Zweiflügler (Diptera) findet ſich zwar auch ſchon im Jura verſteinert neben den Halbflüglern vor; allein dieſelben haben ſich doch wahrſcheinlich erſt nachträglich aus den Hemipteren durch Rückbildung der Hinterflügel entwickelt. Nur die Vorderflügel ſind bei den Dipteren vollſtändig geblieben. Die Hauptmaſſe dieſer Ordnung bilden die langgeſtreckten Mücken (Nemocera) und die gedrungenen eigentlichen Fliegen (Brachycera), von denen die erſteren wohl älter ſind. Doch finden ſich von Beiden ſchon Reſte im Jura vor. Durch Degeneration in Folge von Paraſitismus haben ſich aus ihnen wahrſcheinlich die beiden kleinen Gruppen der puppengebärenden Lausfliegen (Pupipara) und der ſpringenden Flöhe (Aphaniptera) entwickelt.

Die achte und letzte Inſektenordnung, und zugleich die einzige mit wirklich ſchlürfenden Mundtheilen ſind die Schmetterlinge (Lepidoptera). Dieſe Ordnung erſcheint in mehreren morphologiſchen Beziehungen als die vollkommenſte Abtheilung der Inſekten und

hat ſich demgemäß auch erſt am ſpäteſten entwickelt. Man kennt nämlich von dieſer Ordnung Verſteinerungen nur aus der Tertiärzeit, während die drei vorhergehenden Ordnungen bis zum Jura, die vier beißenden Ordnungen dagegen ſogar bis zur Steinkohle hinaufreichen. Die nahe Verwandtſchaft einiger Motten (Tinea) und Eulen (Noctua) mit einigen Schmetterlingsfliegen (Phryganida) macht es wahrſcheinlich, daß ſich die Schmetterlinge aus dieſer Gruppe, alſo aus der Ordnung der Netzflügler oder Neuropteren entwickelt haben.

Wie Sie ſehen, beſtätigt Ihnen die ganze Geſchichte der Inſektenklaſſe und weiterhin auch die Geſchichte des ganzen Arthropodenſtammes weſentlich die großen Geſetze der Differenzirung und Vervollkommnung, welche wir nach Darwin's Selectionstheorie als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung anerkennen müſſen. Der ganze formenreiche Stamm beginnt in archolithiſcher Zeit mit der kiemenathmenden Klaſſe der Krebſe, und zwar mit den niederſten Urkrebſen oder Archicariden. Die Geſtalt dieſer Urkrebſe, die ſich jedenfalls aus Gliedwürmern entwickelten, iſt uns noch heute in der gemeinſamen Jugendform der verſchiedenen Krebſe, in dem merkwürdigen Nauplius, annähernd erhalten. Aus dem Nauplius entwickelte ſich weiterhin die ſeltſame Zoëa, die gemeinſame Jugendform aller höheren oder Panzerkrebſe (Malacostraca) und zugleich vielleicht desjenigen, zuerſt durch Tracheen Luft athmenden Arthropoden, welcher der gemeinſame Stammvater aller Tracheaten wurde. Dieſer devoniſche Stammvater, der zwiſchen dem Ende der Silurzeit und dem Beginn der Steinkohlenzeit entſtanden ſein muß, ſtand wahrſcheinlich von allen jetzt noch lebenden Inſekten den Urflüglern oder Archipteren am nächſten. Aus ihm entwickelte ſich als Hauptſtamm der Tracheaten die Inſektenklaſſe, von deren tieferen Stufen ſich frühzeitig als zwei divergente Zweige die Spinnen und Tauſendfüßer ablöſten. Von den Inſekten exiſtirten lange Zeit hindurch nur die vier beißenden Ordnungen, Urflügler, Netzflügler, Gradflügler und Käfer, von denen die erſte wahrſcheinlich die gemeinſame Stammform der drei anderen iſt. Erſt viel ſpäter ent-

wickelten ſich aus den beißenden Inſekten, welche die urſprüngliche Form der drei Kieferpaare am reinſten bewahrten, als drei divergente Zweige die leckenden, ſtechenden und ſchlürfenden Inſekten. Wie dieſe Ordnungen in der Erdgeſchichte auf einander folgen, zeigt Ihnen nochmals überſichtlich die nachſtehende Tabelle.

A. Inſekten mit kauenden Mundtheilen *Masticantia*	I. Beißende Inſekten *Mordentia*	1. Urflügler *Archiptera*	M. I. A. A.	Zuerſt verſteinert in der Steinkohle
		2. Netzflügler *Neuroptera*	M. C. A. A.	
		3. Grabflügler Orthoptera	M. I. A. D.	
		4. Käfer Coleoptera	M. C. A. D.	
	II. Leckende Inſekten *Lambentia*	5. Hautflügler Hymenoptera	M. C. A. A.	Zuerſt verſteinert im Jura
B. Inſekten mit ſaugenden Mundtheilen *Sugentia*	III. Stechende Inſekten *Pungentia*	6. Halbflügler Hemiptera	M. I. A. A.	
		7. Fliegen. Diptera	M. C. A. D.	
	IV. Schlürfende Inſekten *Sorbentia*	8. Schmetterlinge Lepidoptera	M. C. A. A.	Zuerſt verſteinert im Tertiär

Anmerkung: Bei den acht einzelnen Ordnungen der Inſekten iſt zugleich der Unterſchied in der Metamorphoſe oder Verwandlung und in der Flügelbildung durch folgende Buchſtaben angegeben: M. I. = Unvollſtändige Metamorphoſe. M. C. = Vollſtändige Metamorphoſe (Vergl. Gen. Morph. II, S. XCIX). A. A. = Gleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel im Bau und Gewebe nicht oder nur wenig verſchieden). A. D. = Ungleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel durch ſtarke Differenzirung im Bau und Gewebe ſehr verſchieden).

Zwanzigster Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

III. Wirbelthiere.

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere. (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie.) Das natürliche Syſtem der Wirbelthiere. Die vier Klaſſen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derſelben auf neun Klaſſen. Hauptklaſſe der Rohrherzen oder Schädelloſen (Lanzetthiere). Blutsverwandtſchaft der Schädelloſen mit den Mantelthieren. Uebereinſtimmung der embryonalen Entwickelung von Amphioxus und von den Ascidien. Urſprung des Wirbelthierſtammes aus der Würmergruppe. Hauptklaſſe der Unpaarnaſen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptklaſſe der Anamnien oder Amnionloſen. Fiſche (Urfiſche, Schmelzfiſche, Knochenfiſche). Lurchfiſche oder Dipneuſten. Seedrachen oder Haliſaurier. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptklaſſe der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechſen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Flugreptilien, Drachen, Schnabelreptilien). Vögel (Federſchwänzige, Fächerſchwänzige, Büſchelſchwänzige).

Meine Herren! Unter den natürlichen Hauptgruppen der Organismen, welche wir wegen der Blutsverwandtſchaft aller darin vereinigten Arten als Stämme oder Phylen bezeichnen, iſt keine einzige von ſo hervorragender und überwiegender Bedeutung, als der Stamm der Wirbelthiere. Denn nach dem übereinſtimmenden Urtheil aller Zoologen iſt auch der Menſch ein Glied dieſes Stammes, und kann ſeiner ganzen Organiſation und Entwickelung nach unmöglich von den übrigen Wirbelthieren getrennt werden. Wie wir aber aus der individuellen Entwickelungsgeſchichte des Menſchen ſchon

früher die unbeſtreitbare Thatſache erkannt haben, daß derſelbe in ſeiner Entwickelung aus dem Ei anfänglich nicht von den übrigen Wirbelthieren, und namentlich den Säugethieren, verſchieden iſt, ſo müſſen wir nothwendig mit Beziehung auf ſeine paläontologiſche Entwickelungsgeſchichte ſchließen, daß das Menſchengeſchlecht ſich hiſtoriſch wirklich aus niederen Wirbelthieren entwickelt hat, und daß daſſelbe zunächſt von den Säugethieren abſtammt. Dieſer Umſtand einerſeits, anderſeits aber das vielſeitige höhere Intereſſe, das auch in anderer Beziehung die Wirbelthiere vor den übrigen Organismen in Anſpruch nehmen, wird es rechtfertigen, daß wir den Stammbaum der Wirbelthiere und deſſen Ausdruck, das natürliche Syſtem, hier beſonders genau unterſuchen.

Glücklicherweiſe ſind die Schöpfungsurkunden, welche uns bei der Aufſtellung der Stammbäume immer leiten müſſen, grade für dieſen wichtigen Thierſtamm, aus dem unſer eigenes Geſchlecht entſproſſen iſt, beſonders vollſtändig. Durch Cuvier iſt ſchon im Anfange unſeres Jahrhunderts die vergleichende Anatomie und Paläontologie, durch Bär die Ontogenie der Wirbelthiere zu einer ſehr hohen Ausbildung gelangt. Späterhin haben vorzüglich die vergleichend-anatomiſchen Unterſuchungen von Johannes Müller und Rathke, und in neueſter Zeit diejenigen von Gegenbaur und Huxley unſere Erkenntniß von den natürlichen Verwandtſchaftsverhältniſſen der verſchiedenen Wirbelthiergruppen bedeutend gefördert. Insbeſondere haben die klaſſiſchen Arbeiten von Gegenbaur, welche überall von dem Grundgedanken der Deſcendenztheorie durchdrungen ſind, den Beweis geführt, daß das vergleichend-anatomiſche Material, wie bei allen übrigen Thieren, ſo ganz beſonders im Wirbelthierſtamm, erſt durch die Anwendung der Abſtammungslehre ſeine wahre Bedeutung und Geltung erhält. Auch hier, wie überall, ſind die Analogien auf die Anpaſſung, die Homologien auf die Vererbung zurückzuführen. Wenn wir ſehen, daß die Gliedmaßen der verſchiedenſten Wirbelthiere trotz ihrer außerordentlich verſchiedenen äußeren Form dennoch weſentlich denſelben inneren

Bau beſitzen, wenn wir ſehen, daß dem Arme des Menſchen und des Affen, dem Flügel der Fledermaus und des Vogels, der Bruſtfloſſe der Walfiſche und der Seedrachen, den Vorderbeinen der Hufthiere und der Fröſche immer dieſelben Knochen in derſelben charakteriſtiſchen Lagerung, Gliederung und Verbindung zu Grunde liegen, ſo können wir dieſe wunderbare Uebereinſtimmung und Homologie nur durch die gemeinſame Vererbung von einer einzigen Stammform erklären. Die auffallenden Unterſchiede dieſer homologen Körpertheile dagegen rühren von der Anpaſſung an verſchiedene Exiſtenzbedingungen her (vergl. Taf. IV, S. 363).

Ebenſo wie die vergleichende Anatomie iſt auch die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeſchichte für den Stammbaum der Wirbelthiere von ganz beſonderer Wichtigkeit. Die erſten aus dem Ei entſtehenden Entwickelungszuſtände ſind bei allen Wirbelthieren im Weſentlichen ganz gleich, und behalten um ſo länger ihre Uebereinſtimmung, je näher ſich die betreffenden ausgebildeten Wirbelthierformen im natürlichen Syſtem, d. h. im Stammbaum, ſtehen. Wie weit dieſe Uebereinſtimmung der Keimformen oder Embryonen ſelbſt bei den höchſt entwickelten Wirbelthieren noch jetzt geht, das habe ich Ihnen ſchon früher gelegentlich erläutert (vergl. S. 264—276). Die völlige Uebereinſtimmung in Form und Bau, welche z. B. zwiſchen den Embryonen des Menſchen und des Hundes, des Vogels und der Schildkröte ſelbſt noch in den auf Taf. II und III dargeſtellten Entwickelungszuſtänden beſteht, iſt eine Thatſache von unermeßlicher Bedeutung und liefert uns die wichtigſten Anhaltspunkte zur Conſtruction des Stammbaums.

Endlich ſind auch die paläontologiſchen Schöpfungsurkunden grade bei den Wirbelthieren von ganz beſonderem Werthe. Denn die verſteinerten Wirbelthierreſte gehören größtentheils dem knöchernen Skelete dieſer Thiere an, einem Organſyſteme, welches für das Verſtändniß ihres Organismus von der größten Bedeutung iſt. Allerdings iſt auch hier, wie überall, die Verſteinerungsurkunde äußerſt unvollſtändig und lückenhaft. Allein immerhin ſind uns von den

ausgeſtorbenen Wirbelthieren wichtigere Reſte im verſteinerten Zuſtande erhalten, als von den meiſten anderen Thiergruppen, und einzelne Trümmer geben oft die bedeutendſten Fingerzeige über das Verwandtſchaftsverhältniß und die hiſtoriſche Aufeinanderfolge der Gruppen.

Die Bezeichnung Wirbelthiere (Vertebrata) rührt, wie ich ſchon früher erwähnte, von dem großen Lamarck her, welcher zuerſt gegen Ende des vorigen Jahrhunderts unter dieſem Namen die vier oberen Thierklaſſen Linné's zuſammenfaßte: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fiſche. Die beiden niederen Klaſſen Linné's, die Inſekten und Würmer, ſtellte Lamarck den Wirbelthieren gegenüber als Wirbelloſe (Invertebrata, ſpäter auch Evertebrata genannt).

Die Eintheilung der Wirbelthiere in die vier genannten Klaſſen wurde auch von Cuvier und ſeinen Nachfolgern, und in Folge deſſen von vielen Zoologen noch bis auf die Gegenwart feſtgehalten. Aber ſchon 1822 erkannte der ausgezeichnete Anatom Blainville aus der vergleichenden Anatomie, und faſt gleichzeitig unſer großer Embryologe Bär aus der Ontogenie der Wirbelthiere, daß Linné's Klaſſe der Amphibien eine unnatürliche Vereinigung von zwei ganz verſchiedenen Klaſſen ſei. Dieſe beiden Klaſſen hatte ſchon 1820 Merrem als zwei Hauptgruppen der Amphibien unter dem Namen der Pholidoten und Batrachier getrennt. Die Batrachier, welche heutzutage gewöhnlich als Amphibien (im engeren Sinne!) bezeichnet werden, umfaſſen die Fröſche, Salamander, Kiemenmolche, Cäcilien und die ausgeſtorbenen Labyrinthodonten. Sie ſchließen ſich in ihrer ganzen Organiſation eng an die Fiſche an. Die Pholidoten oder Reptilien dagegen ſind viel näher den Vögeln verwandt. Es gehören dahin die Eidechſen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten und die vielgeſtaltige Formengruppe der meſolithiſchen Drachen (Dinosauria), der fliegenden Reptilien u. ſ. w.

Im Anſchluß an dieſe naturgemäße Scheidung der Amphibien in zwei Klaſſen theilte man nun den ganzen Stamm der Wirbelthiere

in zwei Hauptgruppen. Die erste Hauptgruppe, die Fische und Amphibien, athmen entweder zeitlebens oder doch in der Jugend durch Kiemen, und werden daher als Kiemenwirbelthiere bezeichnet (Branchiata oder Anallantoidia). Die zweite Hauptgruppe dagegen, Reptilien, Vögel und Säugethiere, athmen zu keiner Zeit ihres Lebens durch Kiemen, sondern ausschließlich durch Lungen, und heißen deshalb auch passend kiemenlose oder Lungenwirbelthiere (Ebranchiata oder Allantoidia). So richtig diese Unterscheidung auch ist, so können wir doch bei derselben nicht stehen bleiben, wenn wir zu einem wahren natürlichen System des Wirbelthierstammes, und zu einem naturgemäßen Verständniß seines Stammbaums gelangen wollen. Vielmehr müssen wir dann, wie ich in meiner generellen Morphologie gezeigt habe, noch drei weitere Wirbelthierklassen unterscheiden, indem wir die bisherige Fischklasse in vier verschiedene Klassen auflösen (Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX).

Die erste und niederste von diesen Klassen wird durch die Schädellosen (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia) gebildet, von denen heutzutage nur noch ein einziger Repräsentant lebt, das merkwürdige Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus). Als zweite Klasse schließen sich an diese zunächst die Unpaarnasen (Monorhina) oder Rundmäuler (Cyclostoma) an, zu denen die Inger (Myxinoiden) und die Lampreten (Petromyzonten) gehören. Die dritte Klasse erst würden die echten Fische (Pisces) bilden und an diese würden sich als vierte Klasse die Lurchfische (Dipneusta) anschließen: Uebergangsformen von den Fischen zu den Amphibien. Durch diese Unterscheidung, welche, wie Sie gleich sehen werden, für die Genealogie der Wirbelthiere sehr wichtig ist, wird die ursprüngliche Vierzahl der Wirbelthierklassen auf das Doppelte gesteigert.

In neuester Zeit endlich ist noch eine neunte Wirbelthierklasse zu diesen acht Klassen hinzugekommen. Durch die kürzlich veröffentlichten vergleichend-anatomischen Untersuchungen von Gegenbaur nämlich hat sich herausgestellt, daß die merkwürdige Abtheilung der Seedrachen (Halisauria), welche man bisher unter den Reptilien

aufführte, weit von diesen verschieden und als eine besondere Klasse anzusehen ist, welche sich noch vor den Amphibien von dem Wirbelthierstamme abgezweigt hat. Es gehören dahin, die berühmten großen Ichthyosauren und Plesiosauren der Jura- und Kreidezeit, und die älteren Simosauren der Triaszeit, welche sich alle näher an die Fische als an die Amphibien anschließen.

Diese neun Klassen der Wirbelthiere sind aber keineswegs von gleichem genealogischen Werthe. Vielmehr müssen wir dieselben in der Weise, wie es Ihnen bereits die systematische Uebersicht auf S. 448 zeigte, auf vier verschiedene Hauptklassen vertheilen. Zunächst können wir die drei höchsten Klassen, die Säugethiere, Vögel und Schleicher als eine natürliche Hauptklasse unter dem Namen der Amnionthiere (Amniota) zusammenfassen. Diesen stellen sich naturgemäß als eine zweite Hauptklasse die Amnionlosen (Anamnia) gegenüber, nämlich die vier Klassen der Lurche, Seedrachen, Lurchfische und Fische. Die genannten sieben Klassen, sowohl die Amnionlosen als die Amnionthiere, stimmen unter sich in zahlreichen Merkmalen überein, durch welche sie sich von den beiden niedersten Klassen (den Unpaarnasen und Rohrherzen) unterscheiden. Wir können sie daher in der natürlichen Hauptgruppe der Paarnasen (Amphirrhina) vereinigen. Endlich sind diese Paarnasen wiederum viel näher den Rundmäulern oder Unpaarnasen, als den Schädellosen oder Rohrherzen verwandt. Wir können daher mit vollem Rechte die Paarnasen mit den Unpaarnasen in einer obersten Hauptgruppe zusammenstellen und diese als Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia) der einzigen Klasse der Schädellosen oder Rohrherzen gegenüberstellen. Durch diese, von mir vorgeschlagene Klassifikation der Wirbelthiere wird es möglich, die wichtigsten genealogischen Beziehungen ihrer neun Klassen klar zu übersehen. Das systematische Verhältniß dieser Gruppen zu einander läßt sich durch folgende Uebersicht kurz ausdrücken.

A. Schädelloſe (Acrania)				1. Rohrherzen	1. Leptocardia
B. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia)	a. Unpaarnaſen *Monorrhina*			2. Rundmäuler	2. Cyclostoma
	b. Paarnaſen *Amphirrhina*	I. Amnionloſe Anamnia		3. Fiſche	3. Pisces
				4. Lurchfiſche	4. Dipneusta
				5. Seedrachen	5. Halisauria
				6. Lurche	6. Amphibia
		II Amnionthiere Amniota		7. Schleicher	7. Reptilia
				8. Vögel	8. Aves
				9. Säugethiere	9. Mammalia

Auf der niedrigſten Organiſationsſtufe von allen uns bekannten Wirbelthieren ſteht der einzige noch lebende Vertreter der erſten Klaſſe, das Lanzetfiſchchen oder Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus) (Taf. XIII, Fig. B). Dieſes höchſt intereſſante und wichtige Thierchen, welches über die älteren Wurzeln unſeres Stammbaumes ein überraſchendes Licht verbreitet, iſt offenbar der letzte Mohikaner, der letzte überlebende Repräſentant einer formenreichen niederen Wirbelthierklaſſe, welche während der Primordialzeit ſehr entwickelt war, uns aber leider wegen des Mangels aller feſten Skelettheile gar keine verſteinerten Reſte hinterlaſſen konnte. Das kleine Lanzetfiſchchen lebt heute noch weitverbreitet in verſchiedenen Meeren, z. B. in der Oſtſee, Nordſee, im Mittelmeere, gewöhnlich auf flachem Grunde im Sand vergraben. Der Körper hat, wie der Name ſagt, die Geſtalt eines ſchmalen, an beiden Enden zugeſpitzten, lanzetförmigen Blattes. Erwachſen iſt daſſelbe etwa zwei Zoll lang, und röthlich ſchimmernd, bald durchſichtig. Aeußerlich hat das Lanzetthierchen ſo wenig Aehnlichkeit mit einem Wirbelthier, daß ſein erſter Entdecker, Pallas, es für eine unvollkommene Nachtſchnecke hielt. Beine beſitzt es nicht, und ebenſowenig Kopf, Schädel und Gehirn. Das vordere Körperende iſt äußerlich von dem hinteren faſt nur durch die Mundöffnung zu unterſcheiden. Aber dennoch beſitzt der Amphioxus in ſeinem inneren Bau die wichtigſten Merkmale, durch welche ſich alle Wirbelthiere von allen Wirbelloſen unterſcheiden, vor allem den Rückenſtrang

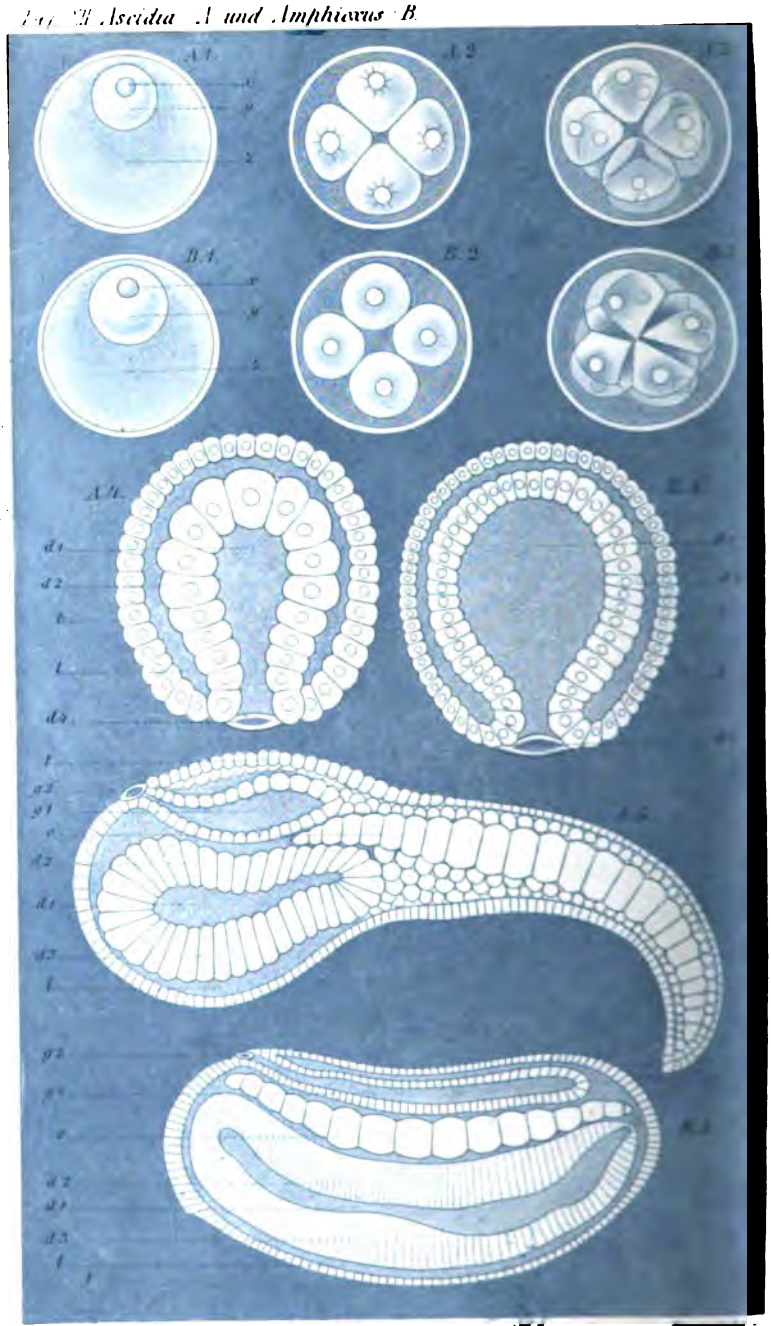
und das Rückenmark. Der Rückenſtrang (Chorda dorsalis) iſt ein cylindriſcher, vorn und hinten zugeſpitzter, grader Knorpelſtab, welcher die centrale Axe des inneren Skelets und die Grundlage der Wirbelſäule bildet. Unmittelbar über dieſem Rückenſtrang, auf der Rückenſeite deſſelben, liegt das Rückenmark (Medulla spinalis), ebenfalls urſprünglich ein grader, vorn und hinten zugeſpitzter, inwendig aber hohler Strang, welcher das Hauptſtück und Centrum des Nervenſyſtems bei allen Wirbelthieren bildet (vergl. oben S. 270). Bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme, auch den Menſchen mit inbegriffen, werden dieſe wichtigſten Körpertheile während der embryonalen Entwickelung aus dem Ei urſprünglich in derſelben einfachſten Form angelegt, welche ſie beim Amphioxus zeitlebens behalten. Erſt ſpäter entwickelt ſich durch Auftreibung des vorderen Endes aus dem Rückenmark das Gehirn, und aus dem Rückenſtrang der das Gehirn umſchließende Schädel. Da bei dem Amphioxus dieſe beiden wichtigen Organe gar nicht zur Entwickelung gelangen, ſo können wir die durch ihn vertretene Thierklaſſe mit Recht als Schädelloſe (Acrania) bezeichnen, im Gegenſatz zu allen übrigen, den Schädelthieren (Craniota). Gewöhnlich werden die Schädelloſen Rohrherzen oder Röhrenherzen (Leptocardia) genannt, weil ein centraliſirtes Herz noch fehlt, und das Blut durch die Zuſammenziehungen der röhrenförmigen Blutgefäße ſelbſt im Körper umhergetrieben wird. Die Schädelthiere, welche dagegen ein centraliſirtes, beutelförmiges Herz beſitzen, müßten dann im Gegenſatz dazu Beutelherzen oder Centralherzen (Pachycardia) genannt werden.

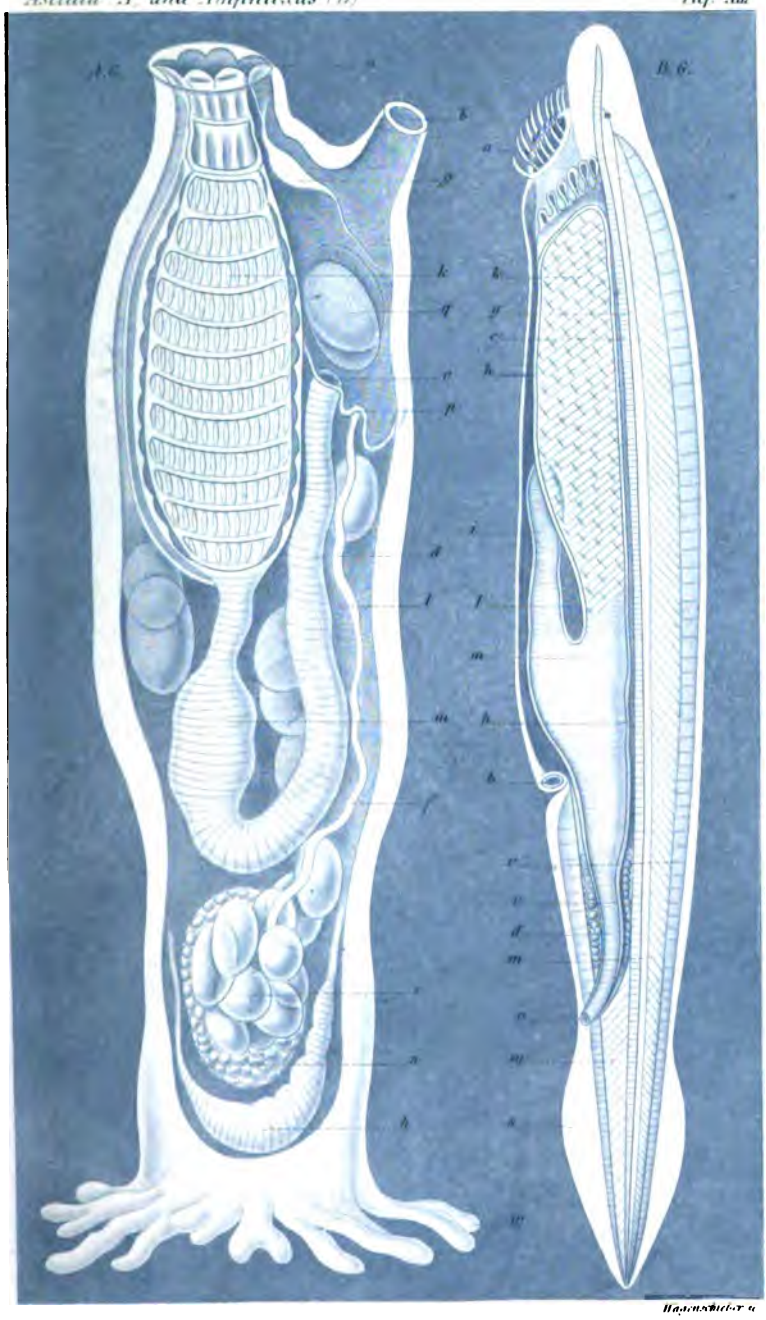
Offenbar haben ſich die Schädelthiere oder Centralherzen erſt in ſpäterer Primordialzeit aus Schädelloſen oder Rohrherzen, welche dem Amphioxus nahe ſtanden, allmählich entwickelt. Darüber läßt uns die Ontogenie der Schädelthiere nicht in Zweifel. Wo ſtammen nun aber dieſe Schädelloſen ſelbſt her? Auf dieſe wichtige Frage hat uns, wie ich ſchon im vorletzten Vortrage erwähnte, erſt die jüngſte Zeit eine höchſt überraſchende Antwort gegeben. Aus den 1867 veröffentlichten Unterſuchungen von Kowalewski über die individuelle Ent-

wickelung des Amphioxus und der feſtſitzenden Seeſcheiden (Ascidiae) [aus der Klaſſe der Manteltiere (Tunicata)] hat ſich ergeben, daß die Ontogenie dieſer beiden ganz verſchiedenen Thierformen in ihrer erſten Jugend merkwürdig übereinſtimmt. Die frei umherſchwimmenden Larven der Ascidien (Taf. XII, Fig. A) entwickeln die unzweifelhafte Anlage zum Rückenmark (Fig. 5g) und zum Rückenſtrang (Fig. 5c) und zwar ganz in derſelben Weiſe, wie der Amphioxus (Taf. XII, Fig. B). Allerdings bilden ſie dieſe wichtigſten Organe des Wirbelthierkörpers ſpäterhin nicht weiter aus. Vielmehr gehen ſie eine rückſchreitende Verwandlung ein, ſetzen ſich auf dem Meeresboden feſt, und wachſen zu unförmlichen Klumpen aus, in denen man kaum noch bei äußerer Betrachtung ein Thier vermuthet (Taf. XIII Fig. A). Allein das Rückenmark, als die Anlage des Centralnervenſyſtems, und der Rückenſtrang, als die erſte Grundlage der Wirbelſäule, ſind ſo wichtige, den Wirbelthieren ſo ausſchließlich eigenthümliche Organe, daß wir daraus ſicher auf die wirkliche Blutsverwandtſchaft der Wirbelthiere mit den Manteltieren ſchließen können. Natürlich wollen wir damit nicht ſagen, daß die Wirbelthiere von den Manteltieren abſtammen, ſondern nur, daß beide Gruppen aus gemeinſamer Wurzel entſproſſen ſind, und daß die Manteltiere von allen Wirbelloſen diejenigen ſind, welche die nächſte Blutsverwandtſchaft zu den Wirbelthieren beſitzen. Offenbar haben ſich während der Primordialzeit die echten Wirbelthiere (und zwar zunächſt die Schädelloſen) aus einer Würmergruppe fortſchreitend entwickelt, aus welcher nach einer anderen, rückſchreitenden Richtung hin die degenerirten Manteltiere hervorgingen. (Vergl. die nähere Erklärung von Taf. XII und XIII im Anhang.)

Aus den Schädelloſen hat ſich zunächſt eine zweite niedere Klaſſe von Wirbelthieren entwickelt, welche noch tief unter den Fiſchen ſteht, und welche in der Gegenwart nur durch die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten) vertreten wird. Auch dieſe Klaſſe konnte wegen des Mangels aller feſten Körpertheile leider eben ſo wenig als die Schädelloſen verſteinerte Reſte hinterlaſſen. Aus ihrer

Taf. II. Ascidia A. und Amphioxus B.




A.C.
B.C.

ganzen Organiſation und Ontogenie geht aber deutlich hervor, daß ſie eine ſehr wichtige Mittelſtufe zwiſchen den Schädelloſen und den Fiſchen darſtellt, und daß die wenigen noch lebenden Glieder derſelben nur die letzten überlebenden Reſte von einer gegen Ende der Primordialzeit vermuthlich reich entwickelten Thiergruppe ſind. Wegen des kreisrunden, zum Saugen verwendeten Maules, das die Inger und Lampreten beſitzen, wird die ganze Klaſſe gewöhnlich Rundmäuler (Cyclostoma) genannt. Bezeichnender noch iſt der Name Unpaarnaſen (Monorhina). Denn alle Cycloſtomen beſitzen ein einfaches unpaares Naſenrohr, während bei allen übrigen Wirbelthieren (wieder mit Ausnahme des Amphioxus) die Naſe aus zwei paarigen Seitenhälften, einer rechten und linken Naſe, beſteht. Wir konnten deshalb dieſe letzteren (Anamnien und Amnioten) auch als Paarnaſen (Amphirhina) zuſammenfaſſen. Die Paarnaſen beſitzen ſämmtlich ein ausgebildetes Kieferſkelet (Oberkiefer und Unterkiefer), während dieſes den Unpaarnaſen gänzlich fehlt.

Auch abgeſehen von der eigenthümlichen Naſenbildung und dem Mangel der Kieferbildung unterſcheiden ſich die Unpaarnaſen von den Paarnaſen noch durch viele andere Eigenthümlichkeiten. So fehlt ihnen namentlich ganz das wichtige ſympathiſche Nervennetz und die Milz der letzteren. Von der Schwimmblaſe und den beiden Beinpaaren, welche bei allen Paarnaſen wenigſtens in der erſten Anlage vorhanden ſind, fehlt den Unpaarnaſen (ebenſo wie den Schädelloſen) noch jede Spur. Es iſt daher gewiß ganz gerechtfertigt, wenn wir ſowohl die Monorhinen als die Schädelloſen gänzlich von den Fiſchen trennen, mit denen ſie bis jetzt in herkömmlicher, aber irrthümlicher Weiſe vereinigt waren.

Die erſte genauere Kenntniß der Monorhinen oder Cycloſtomen verdanken wir dem großen Berliner Zoologen Johannes Müller, deſſen klaſſiſches Werk über die „vergleichende Anatomie der Myxinoiden" die Grundlage unſerer neueren Anſichten über den Bau der Wirbelthiere bildet. Er unterſchied unter den Cycloſtomen zwei verſchiedene Gruppen, welchen wir den Werth von Unterklaſſen geben.

Syſtematiſche Ueberſicht

der 4 Hauptklaſſen, 9 Klaſſen und 27 Unterklaſſen der Wirbelthiere.

Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX.

I. Schädelloſe (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia)

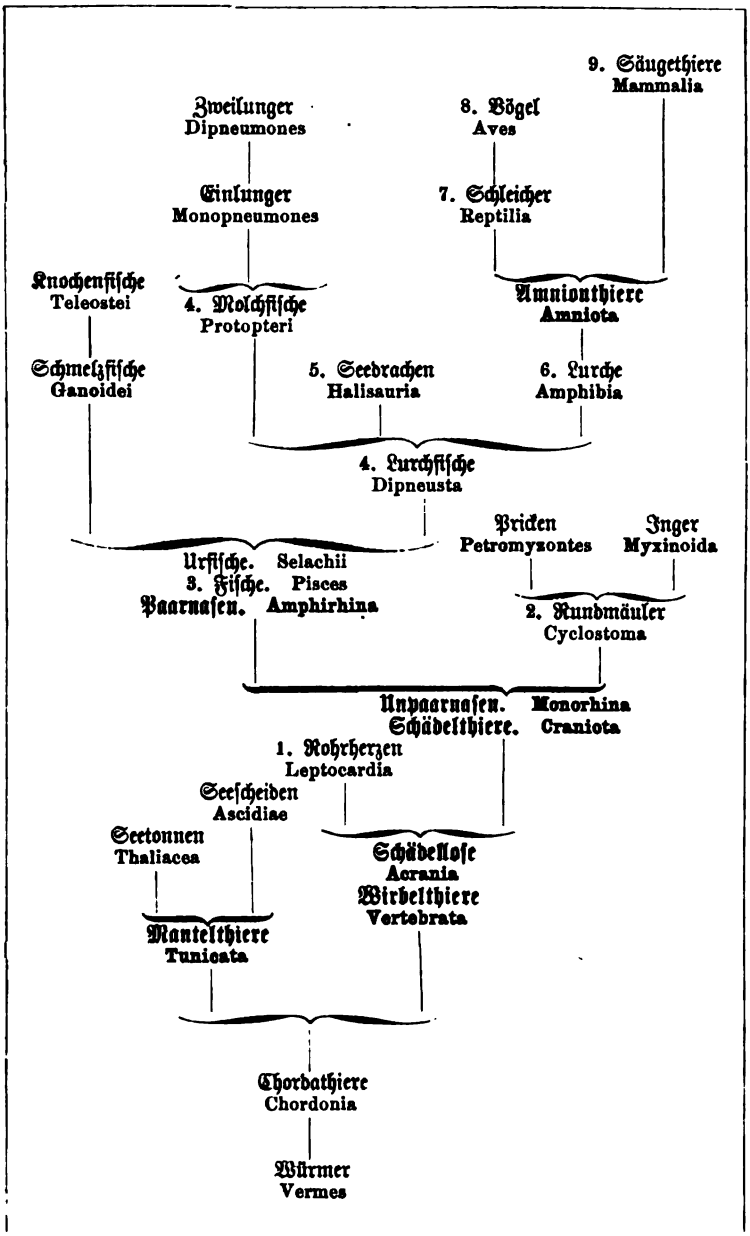
Wirbelthiere ohne Kopf, ohne Schädel und Gehirn, ohne centraliſirtes Herz.

1. Schädelloſe *Acrania*	I. Rohrherzen *Leptocardia*	1. Lanzetthiere	Amphioxida

II. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia)

Wirbelthiere mit Kopf, mit Schädel und Gehirn, mit centraliſirtem Herzen.

Hauptklaſſen der Schädelthiere	Klaſſen der Schädelthiere	Unterklaſſen der Schädelthiere	Syſtematiſcher Name der Unterklaſſen
2. Unpaarnaſen *Monorhina*	II. Rundmäuler *Cyclostoma*	2. Inger oder Schleimfiſche	2. Hyperotreta (Myxinoida)
		3. Lampreten oder Pricken	3. Hyperoartia (Petromyzontia)
3. Amnionloſe *Anamnia*	III. Fiſche *Pisces*	4. Urfiſche	4. Selachii
		5. Schmelzfiſche	5. Ganoides
		6. Knochenfiſche	6. Teleostei
	IV. Lurchfiſche *Dipneusta*	7. Einlunger	7. Monopneumones
		8. Zweilunger	8. Dipneumones
	V. Seedrachen *Halisauria*	9. Urdrachen	9. Simosauria
		10. Schlangendrachen	10. Plesiosauria
		11. Fiſchdrachen	11. Ichthyosauria
	VI. Lurche *Amphibia*	12. Panzerlurche	12. Phractamphibia
		13. Nacktlurche	13. Lissamphibia
4. Amnionthiere *Amniota*	VII. Schleicher *Reptilia*	14. Stammreptilien	14. Tocosauria
		15. Eidechſen	15. Lacertilia
		16. Schlangen	16. Ophidia
		17. Crocodile	17. Crocodilia
		18. Schildkröten	18. Chelonia
		19. Flugreptilien	19. Pterosauria
		20. Drachen	20. Dinosauria
		21. Schnabelreptilien	21. Anomodontia
	VIII. Vögel *Aves*	22. Federſchwänzige	22. Saururae
		23. Fächerſchwänzige	23. Carinatae
		24 Büſchelſchwänzige	24. Ratitae
	IX. Säugethiere *Mammalia*	25. Kloakenthiere	25. Monotrema
		26. Beutelthiere	26. Marsupialia
		27. Placentalthiere	27. Placentalia


9. Säugethiere
Mammalia
Zweilunger
Dipneumones
8. Vögel
Aves
Einlunger
Monopneumones
7. Schleicher
Reptilia
Knochenfische
Teleostei
4. Molchfische
Protopteri
Amnionthiere
Amniota
Schmelzfische
Ganoidei
5. Seedrachen
Halisauria
6. Lurche
Amphibia
4. Lurchfische
Dipneusta
Pricken
Petromyzontes
Inger
Myxinoida
Urfische. Selachii
3. Fische. Pisces
Paarnasen. Amphirhina
2. Rundmäuler
Cyclostoma
Unpaarnasen. Monorhina
Schädelthiere. Craniota
1. Rohrherzen
Leptocardia
Seescheiden
Ascidiae
Seetonnen
Thaliacea
Schädellose
Acrania
Wirbelthiere
Vertebrata
Manteltiere
Tunicata
Chordathiere
Chordonia
Würmer
Vermes

Die erſte Unterklaſſe ſind die Inger oder Schleimfiſche (Hyperotreta oder Myxinoida). Sie leben im Meere ſchmarotzend auf Fiſchen, in deren Haut ſie ſich einbohren (Myxine, Bdellostoma). Im Gehörorgan beſitzen ſie nur einen Ringcanal, und ihr unpaares Naſenrohr durchbohrt den Gaumen. Höher entwickelt iſt die zweite Unterklaſſe, die Lampreten oder Pricken (Hyperoartia oder Petromyzontia). Hierher gehören die allbekannten Flußpricken oder Neunaugen unſerer Flüſſe (Petromyzon fluviatilis), deren Bekanntſchaft Sie wohl Alle im marinirten Zuſtande ſchon gemacht haben. Im Meere werden dieſelben durch die mehrmals größeren Seepricken oder die eigentlichen Lampreten (Petromyzon marinus) vertreten. Bei dieſen Unpaarnaſen durchbohrt das Naſenrohr den Gaumen nicht, und im Gehörorgan finden ſich zwei Ringcanäle.

Alle Wirbelthiere, welche jetzt noch leben, mit Ausnahme der eben betrachteten Monorhinen und des Amphioxus, gehören zu derjenigen Hauptgruppe, welche wir als Paarnaſen (Amphirhina) oder Kiefermündige (Gnathostoma) bezeichnen. Alle dieſe Thiere beſitzen eine aus zwei paarigen Seitenhälften beſtehende Naſe, ein Kieferſkelet, ein ſympathiſches Nervennetz, drei Ringkanäle im Gehörorgan und eine Milz. Alle Paarnaſen beſitzen ferner eine blaſenförmige Ausſtülpung des Schlundes, welche ſich bei den Fiſchen zur Schwimmblaſe, bei den übrigen Paarnaſen zur Lunge entwickelt hat. Endlich iſt urſprünglich bei allen Paarnaſen die Anlage zu zwei paar Extremitäten oder Gliedmaßen vorhanden, ein paar Vorderbeine oder Bruſtfloſſen, und ein paar Hinterbeine oder Bauchfloſſen. Allerdings iſt bisweilen das eine Beinpaar (z. B. bei den Aalen und Walfiſchen) oder beide Beinpaare (z. B. bei den Caecilien und Schlangen) verkümmert oder verloren gegangen; aber ſelbſt in dieſen Fällen iſt wenigſtens die Spur ihrer urſprünglichen Anlage in früher Embryonalzeit zu finden, oder es bleiben unnütze Reſte derſelben als rudimentäre Organe durch das ganze Leben beſtehen (vergl. oben S. 13).

Aus allen dieſen wichtigen Anzeichen können wir mit voller Sicherheit ſchließen, daß ſämmtliche Paarnaſen von einer einzigen

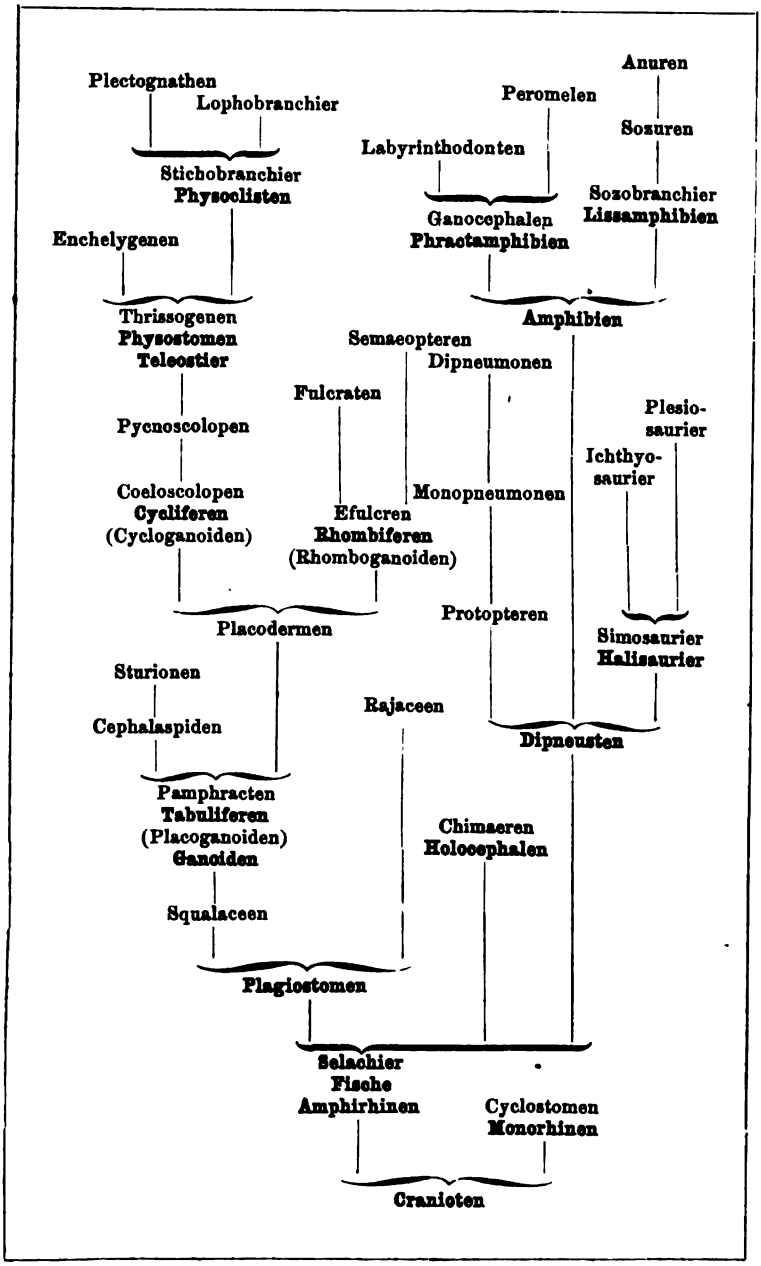
gemeinschaftlichen Stammform abstammen, welche während der Primordialzeit direkt oder indirekt sich aus den Monorhinen entwickelt hatte. Diese Stammform muß die eben angeführten Organe, namentlich auch die Anlage zur Schwimmblase und zu zwei Beinpaaren oder Flossenpaaren besessen haben. Von allen jetzt lebenden Paarnasen stehen offenbar die niedersten Formen der Haifische dieser längst ausgestorbenen, unbekannten, hypothetischen Stammform, welche wir als Stammpaarnasen oder Vorfische (Proselachii) bezeichnen können, am nächsten (vergl. Taf. XII). Wir dürfen daher die Gruppe der Urfische oder Selachier, in deren Rahmen diese Proselachier hineingepaßt haben, als die Stammgruppe nicht allein für die Fischklasse, sondern für die ganze Hauptklasse der Paarnasen betrachten. Den sicheren Beweis dafür liefern die „Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere" von Carl Gegenbaur, welche sich ebenso durch die sorgfältigste Beachtung, wie durch die scharfsinnigste Reflexion auszeichnen.

Die Klasse der Fische (Pisces), mit welcher wir demgemäß die Reihe der Paarnasen beginnen, unterscheidet sich von den übrigen sechs Klassen dieser Reihe vorzüglich dadurch, daß die Schwimmblase niemals zur Lunge entwickelt, vielmehr nur als hydrostatischer Apparat thätig ist. In Uebereinstimmung damit finden wir den Umstand, daß die Nase bei den Fischen durch zwei blinde Gruben vorn auf der Schnauze gebildet wird, welche niemals den Gaumen durchbohren und also nie in die Rachenhöhle münden. Dagegen sind die beiden Nasenhöhlen bei den übrigen sechs Klassen der Paarnasen zu Luftwegen umgebildet, welche den Gaumen durchbohren und so den Lungen Luft zuführen. Die echten Fische (nach Ausschluß der Dipneusten) sind demnach die einzigen Paarnasen, welche ausschließlich durch Kiemen und niemals durch Lungen athmen. Sie leben dem entsprechend alle im Wasser, und ihre beiden Beinpaare haben die ursprüngliche Form von rudernden Flossen beibehalten.

Die echten Fische werden in drei verschiedene Unterklassen eingetheilt, in die Urfische, Schmelzfische und Knochenfische. Die älteste

Syſtematiſche Ueberſicht
der ſieben Legionen und fünfzehn Ordnungen der Fiſchklaſſe.

Unterklaſſen der Fiſchklaſſe	Legionen der Fiſchklaſſe	Ordnungen der Fiſchklaſſe	Beiſpiele aus den Ordnungen
A. Urfiſche *Selachii*	I. Quermäuler *Plagiostomi*	1. Haifiſche *Squalacei*	Stachelhai, Menſchenhai, u. ſ. w.
		2. Rochen *Rajacei*	Stachelrochen, Zitterrochen, u. ſ. w.
	II. Seekatzen *Holocephali*	3. Seekatzen *Chimaeracei*	Chimären, Kalorrhynchen, u. ſ. w.
B. Schmelzfiſche *Ganoides*	III. Gepanzerte Schmelzfiſche *Tabuliferi*	4. Schildkrötenfiſche *Pamphracti*	Cephalaspiden, Placodermen, u. ſ. w.
		5. Störfiſche *Sturiones*	Löffelſtör, Stör, Hauſen, u. ſ. w.
	IV. Eckſchuppige Schmelzfiſche *Rhombiferi*	6. Schindelloſe *Efulcrati*	Doppelfloſſer, Pflaſterzähner, u. ſ. w.
		7. Schindelfloſſige *Fulcrati*	Paläoniskен, Knochenhechte u. ſ. w.
		8. Fahnenfloſſige *Semaeopteri*	Afrikaniſcher Flöſſelhecht, u. ſ. w.
	V. Rundſchuppige Schmelzfiſche *Cycliferi*	9. Hohlgrätenfiſche *Coeloscolopes*	Holoptychier, Coelacanthiden u. ſ. w.
		10. Dichtgrätenfiſche *Pycnoscolopes*	Coccolepiden, Amiaden, u. ſ. w.
C. Knochenfiſche *Teleostei*	VI. Knochenfiſche mit Luftgang der Schwimmblaſe *Physostomi*	11. Häringsartige *Thrissogenes*	Häringe, Lachſe, Karpfen, Welſe, u. ſ. w.
		12. Aalartige *Enchelygenes*	Aale, Schlangenaale, Zitteraale, u. ſ. w.
	VII. Knochenfiſche ohne Luftgang der Schwimmblaſe *Physoclisti*	13. Reihenkiemer *Stichobranchii*	Barſche, Lippfiſche, Dorſche, Schollen, u. ſ. w.
		14. Hefttiefer *Plectognathi*	Kofferfiſche, Igelfiſche, u. ſ. w.
		15. Büſchelkiemer *Lophobranchii*	Seenadeln, Seepferdchen, u. ſ. w.


Plectognathen
Lophobranchier
Stichobranchier
Physoclisten
Enchelygenen
Thrissogenen
Physostomen
Teleostier
Pycnoscolopen
Coeloscolopen
Cycliferen
(Cycloganoiden)
Placodermen
Sturionen
Cephalaspiden
Pamphracten
Tabuliferen
(Placoganoiden)
Ganoiden
Squalaceen
Plagiostomen
Selachier
Fische
Amphirhinen
Cranioten
Anuren
Peromelen
Sozuren
Labyrinthodonten
Sozobranchier
Lissamphibien
Ganocephalen
Phractamphibien
Amphibien
Semaeopteren
Dipneumonen
Fulcraten
Plesio-
saurier
Ichthyo-
saurier
Monopneumonen
Efulcren
Rhombiferen
(Rhomboganoiden)
Protopteren
Simosaurier
Halisaurier
Rajaceen
Dipneusten
Chimaeren
Holocephalen
Cyclostomen
Monorhinen

von dieſen, welche die urſprüngliche Form am getreueſten bewahrt hat, iſt diejenige der Urfiſche (Selachii). Davon leben heutzutage noch die Haifiſche (Squali) und Rochen (Rajae), welche man als Quermäuler (Plagiostomi) zuſammenfaßt, ſowie die ſeltſame Fiſchform der abenteuerlich geſtalteten Seekatzen oder Chimären (Holocephali der Chimaeracei). Aber dieſe Urfiſche der Gegenwart, welche in allen Meeren vorkommen, ſind nur ſchwache Reſte von der geſtaltenreichen und herrſchenden Thiergruppe, welche die Selachier in früheren Zeiten der Erdgeſchichte, und namentlich während der paläolithiſchen Zeit, bildeten. Leider beſitzen alle Urfiſche ein knorpeliges, niemals vollſtändig verknöchertes Skelet, welches der Verſteinerung nur wenig oder gar nicht fähig iſt. Die einzigen harten Körpertheile, welche in foſſilem Zuſtande ſich erhalten konnten, ſind die Zähne und die Floſſenſtacheln. Dieſe finden ſich aber in ſolcher Menge, Formenmannichfaltigkeit und Größe in den älteren Formationen vor, daß wir daraus mit Sicherheit auf eine höchſt beträchtliche Entwickelung der Urfiſche in jener altersgrauen Vorzeit ſchließen können. Sie finden ſich ſogar ſchon in den ſiluriſchen Schichten, welche von anderen Wirbelthieren nur ſchwache Reſte von Schmelzfiſchen (und dieſe erſt in den jüngſten Schichten, im oberen Silur) einſchließen. Von den drei Ordnungen der Urfiſche ſind die bei weitem wichtigſten und intereſſanteſten die Haifiſche, welche wahrſcheinlich unter allen lebenden Paarnaſen der urſprünglichen Stammform der ganzen Gruppe, den Proſelachiern, am nächſten ſtehen. Aus dieſen Proſelachiern, welche von echten Haifiſchen wohl nur wenig verſchieden waren, haben ſich wahrſcheinlich nach einer Richtung hin die Schmelzfiſche und die heutigen Urfiſche, nach einer anderen Richtung hin die Dipneuſten, Seedrachen und Amphibien entwickelt.

Die Schmelzfiſche (Ganoides) ſtehen in anatomiſcher Beziehung vollſtändig in der Mitte zwiſchen den Urfiſchen einerſeits und den Knochenfiſchen andrerſeits. In vielen Merkmalen ſtimmen ſie mit jenen, in vielen anderen mit dieſen überein. Wir ziehen daraus den Schluß, daß ſie auch genealogiſch den Uebergang von den Ur-

fiſchen zu den Knochenfiſchen vermittelten. In noch höherem Maaße als die Urfiſche ſind auch die Ganoiden heutzutage größtentheils ausgeſtorben, wogegen ſie während der ganzen paläolithiſchen und meſolithiſchen Zeit in großer Mannichfaltigkeit und Maſſe entwickelt waren. Nach der verſchiedenen Form der äußeren Hautbedeckung theilt man die Schmelzfiſche in drei Legionen: Gepanzerte, Eckſchuppige und Rundſchuppige. Die gepanzerten Schmelzfiſche (Tabuliferi) ſind die älteſten und ſchließen ſich unmittelbar an die Selachier an, aus denen ſie entſprungen ſind. Foſſile Reſte von ihnen finden ſich, obwohl ſelten, bereits im oberen Silur vor (Pteraspis ludensis aus den Ludlowſchichten). Rieſige, gegen 30 Fuß lange Arten derſelben, mit mächtigen Knochentafeln gepanzert, finden ſich namentlich im devoniſchen Syſtem. Heute aber lebt von dieſer Legion nur noch die kleine Ordnung der Störfiſche (Sturiones), nämlich die Löffelſtöre (Spatularides), und die Störe (Accipenserides), zu denen u. A. der Hauſen gehört, welcher uns den Fiſchleim oder die Hauſenblaſe liefert, der Stör und Sterlett, deren Eier wir als Caviar verzehren u. ſ. w. Aus den gepanzerten Schmelzfiſchen haben ſich wahrſcheinlich als zwei divergente Zweige die eckſchuppigen und die rundſchuppigen entwickelt. Die eckſchuppigen Schmelzfiſche (Rhombiferi), welche man durch ihre viereckigen oder rhombiſchen Schuppen auf den erſten Blick von allen anderen Fiſchen unterſcheiden kann, ſind heutzutage nur noch durch wenige Ueberbleibſel vertreten, nämlich durch den Flöſſelhecht (Polypterus) in afrikaniſchen Flüſſen (vorzüglich im Nil), und durch den Knochenhecht (Lepidosteus) in amerikaniſchen Flüſſen. Aber während der paläolithiſchen und der erſten Hälfte der meſolithiſchen Zeit bildete dieſe Legion die Hauptmaſſe der Fiſche. Weniger formenreich war die dritte Legion, die rundſchuppigen Schmelzfiſche (Cycliferi), welche vorzugsweiſe während der Devonzeit und Steinkohlenzeit lebten. Jedoch war dieſe Legion, von der heute nur noch der Kahlhecht (Amia) in nordamerikaniſchen Flüſſen übrig iſt, inſofern viel wichtiger, als ſich aus ihr die dritte Unterklaſſe der Fiſche, die Knochenfiſche, entwickelte.

Die Knochenfiſche (Teleostei) bilden in der Gegenwart die Hauptmaſſe der Fiſchklaſſe. Es gehören dahin die allermeiſten Seefiſche, und alle unſere Süßwaſſerfiſche, mit Ausnahme der eben erwähnten Schmelzfiſche. Wie zahlreiche Verſteinerungen deutlich beweiſen, iſt dieſe Klaſſe erſt um die Mitte des meſolithiſchen Zeitalters aus den Schmelzfiſchen, und zwar aus den rundſchuppigen oder Cycliferen entſtanden. Die Thriſſopiden der Jurazeit (Thrissops, Leptolepis, Tharsis), welche unſeren heutigen Häringen am nächſten ſtehen, ſind wahrſcheinlich die älteſten von allen Knochenfiſchen, und unmittelbar aus den rundſchuppigen Schmelzfiſchen, welche der heutigen Amia nahe ſtanden, hervorgegangen. Bei den älteren Knochenfiſchen, den Phyſoſtomen, war ebenſo wie bei den Ganoiden die Schwimmblaſe noch zeitlebens durch einen bleibenden Luftgang (eine Art Luftröhre) mit dem Schlunde in Verbindung. Das iſt auch heute noch bei den zu dieſer Gruppe gehörigen Häringen, Lachſen, Karpfen, Welſen, Aalen u. ſ. w. der Fall. Während der Kreidezeit trat aber bei einigen Phyſoſtomen eine Verwachſung, ein Verſchluß jenes Luftganges ein, und dadurch wurde die Schwimmblaſe völlig von dem Schlunde abgeſchnürt. So entſtand die zweite Legion der Knochenfiſche, die der Phyſokliſten, welche erſt während der Tertiärzeit ihre eigentliche Ausbildung erreichte, und bald an Mannichfaltigkeit bei weitem die Phyſoſtomen übertraf. Es gehören hierher die meiſten Seefiſche der Gegenwart, namentlich die umfangreichen Familien der Dorſche, Schollen, Thunfiſche, Lippfiſche, Umberfiſche u. ſ. w., ferner die Heftkiefer (Kofferfiſche und Igelfiſche) und die Büſchelkiemer (Seenadeln und Seepferdchen). Dagegen ſind unter unſeren Flußfiſchen nur wenige Phyſokliſten, z. B. der Barſch und der Stichling; die große Mehrzahl der Flußfiſche ſind Phyſoſtomen.

Zwiſchen den echten Fiſchen und den Amphibien mitten inne ſteht die merkwürdige Klaſſe der Lurchfiſche oder Molchfiſche (Dipneusta oder Protopteri). Davon leben heute nur noch wenige Repräſentanten, nämlich der amerikaniſche Molchfiſch (Lepidosiren paradoxa) im Gebiete des Amazonenſtroms, und der afrikaniſche

Molchfisch (Protopterus annectens) in verschiedenen Gegenden Afrikas. Ein dritter großer Molchfisch (Ceratodus Forsteri) ist kürzlich in Australien entdeckt worden. Während der trockenen Jahreszeit, im Sommer, vergraben sich diese seltsamen Thiere in dem eintrocknenden Schlamm in ein Nest von Blättern, und athmen dann Luft durch Lungen, wie die Amphibien. Während der nassen Jahreszeit aber, im Winter, leben sie in Flüssen und Sümpfen, und athmen Wasser durch Kiemen, gleich den Fischen. Aeußerlich gleichen sie aalförmigen Fischen, und sind wie diese mit Schuppen bedeckt; auch in manchen Eigenthümlichkeiten ihres inneren Baues, des Skelets, der Extremitäten ꝛc. gleichen sie mehr den Fischen, als den Amphibien. In anderen Merkmalen dagegen stimmen sie mehr mit den letzteren überein, vor allen in der Bildung der Lungen, der Nase und des Herzens. Aus diesen Gründen herrscht unter den Zoologen ein ewiger Streit darüber, ob die Lurchfische eigentlich Fische oder Amphibien seien. In der That sind sie wegen der vollständigen Mischung des Charakters weder das eine noch das andere, und werden wohl am richtigsten als eine besondere Wirbelthierklasse aufgefaßt, welche den Uebergang zwischen jenen beiden Klassen vermittelt. Unter den heute noch lebenden Dipneusten besitzt Ceratodus eine einfache unpaare Lunge, (Monopneumones), während Protopterus und Lepidosiren ein Paar Lungen haben (Dipneumones). Auch in anderen Beziehungen zeigt Ceratodus Spuren von höherem Alter, als die beiden anderen. Alle drei Gattungen sind jedenfalls uralt, und die letzten überlebenden Reste einer vormals formenreichen Gruppe, welche aber wegen Mangels fester Skelettheile keine versteinerten Spuren hinterlassen konnte. Sie verhalten sich in dieser Beziehung ganz ähnlich den Monorhinen und den Leptocardiern, mit denen sie gewöhnlich zu den Fischen gerechnet werden. Jedoch finden sich Zähne, welche denen des Ceratodus gleichen, in der Trias. Wahrscheinlich sind ausgestorbene Dipneusten der paläolithischen Periode, welche sich in devonischer Zeit aus Urfischen entwickelt hatten, als die Stammformen der Amphibien, und somit auch aller höheren Wirbelthiere zu betrachten.

Eine ganz eigenthümliche Wirbelthierklasse, welche schon längst ausgestorben ist und bloß während der Sekundärzeit gelebt zu haben scheint, bilden die merkwürdigen Seedrachen (Halisauria oder Enaliosauria, auch wohl Schwimmfüßer oder Nexipoden genannt). Diese furchtbaren Raubthiere bevölkerten die mesolithischen Meere in großen Mengen und in höchst sonderbaren Formen, zum Theil von 30—40 Fuß Länge. Sehr zahlreiche und vortrefflich erhaltene Versteinerungen und Abdrücke, sowohl von ganzen Seedrachen als von einzelnen Theilen derselben, haben uns mit ihrem Körperbau jetzt sehr genau bekannt gemacht. Gewöhnlich werden dieselben zu den Reptilien oder Schleichern gestellt, während einige Anatomen ihnen einen viel tieferen Rang, in unmittelbarem Anschluß an die Fische, anweisen. Die kürzlich veröffentlichten Untersuchungen von Gegenbaur, welche vor allem die maßgebende Bildung der Gliedmaßen in das rechte Licht setzen, haben dagegen zu dem überraschenden Resultate geführt, daß die Seedrachen eine ganz isolirt stehende Gruppe bilden, weit entfernt sowohl von den Reptilien und Amphibien, als von den eigentlichen Fischen. Die Skeletbildung ihrer vier Beine, welche zu kurzen, breiten Ruderflossen umgeformt sind (ähnlich wie bei den Fischen und Walfischen), liefert den klaren Beweis, daß sich die Halisaurier früher als die Amphibien von dem Wirbelthierstamme abgezweigt haben. Denn die Amphibien sowohl als die drei höheren Wirbelthierklassen stammen alle von einer gemeinsamen Stammform ab, welche an jedem Beine nur fünf Zehen oder Finger besaß. Die Seedrachen dagegen besitzen (entweder deutlich entwickelt oder doch in der Anlage des Fußskelets ausgeprägt) mehr als fünf Finger, wie die Urfische. Andrerseits haben sie Luft durch Lungen, wie die Dipneusten, geathmet, trotzdem sie beständig im Meere umherschwammen. Sie haben sich daher, vielleicht im Zusammenhang mit den Lurchfischen, von den Selachiern abgezweigt, aber nicht weiter in höhere Wirbelthiere fortgesetzt. Sie bilden eine ausgestorbene Seitenlinie.

Die genauer bekannten Seedrachen vertheilen sich auf drei, ziemlich stark von einander sich entfernende Ordnungen, die Urdrachen,

Fischdrachen und Schlangendrachen. Die Urdrachen (Simosauria) sind die ältesten Seedrachen und lebten bloß während der Triasperiode. Besonders häufig findet man ihre Skelete im Muschelkalk, und zwar zahlreiche verschiedene Gattungen. Sie scheinen im Ganzen den Plesiosauren sehr ähnlich gewesen zu sein und werden daher wohl auch mit diesen zu einer Ordnung (Sauropterygia) vereinigt. Die Schlangendrachen (Plesiosauria) lebten zusammen mit den Ichthyosauren in der Jura- und Kreidezeit. Sie zeichneten sich durch einen ungemein langen und schlanken Hals aus, welcher oft länger als der ganze Körper war und einen kleinen Kopf mit kurzer Schnauze trug. Wenn sie den Hals gebogen aufrecht trugen, werden sie einem Schwane ähnlich gewesen sein; aber statt der Flügel und Beine hatten sie zwei paar kurze, platte, ovale Ruderflossen.

Ganz anders war die Körperform der Fischdrachen (Ichthyosauria), welche auch wohl als Fischflosser (Ichthyopterygia) den beiden vorigen Ordnungen entgegengesetzt werden. Sie besaßen einen sehr langgestreckten Fischrumpf und einen schweren Kopf mit verlängerter platter Schnauze, dagegen einen sehr kurzen Hals. Sie werden äußerlich gewissen Delphinen sehr ähnlich gewesen sein. Der Schwanz ist bei ihnen sehr lang, bei den vorigen dagegen sehr kurz. Auch die beiden Paar Ruderflossen sind breiter und zeigen einen wesentlich anderen Bau. Vielleicht haben sich die Fischdrachen und die Schlangendrachen als zwei divergente Zweige aus den Urdrachen entwickelt. Vielleicht haben aber auch die Simosaurier bloß den Plesiosauriern den Ursprung gegeben, während die Ichthyosaurier sich tiefer von dem gemeinsamen Stamme abgezweigt haben. Jedenfalls sind sie alle direkt oder indirekt von den Selachiern abzuleiten.

Die nun folgenden Wirbelthierklassen, nämlich die Amphibien und die Amnioten (Reptilien, Vögel und Säugethiere) lassen sich alle auf Grund ihrer charakteristischen fünfzehigen Fußbildung (Pentadactylie) von einer gemeinsamen, aus den Selachiern entsprungenen Stammform ableiten, welche an jeder der vier Gliedmaßen fünf Zehen besaß. Wenn hier weniger als fünf Zehen ausge-

bildet ſind, ſo müſſen die fehlenden im Laufe der Zeit durch Anpaſſung verloren gegangen ſein. Die älteſten uns bekannten von dieſen fünfzehigen Vertebraten ſind die Lurche (Amphibia). Wir theilen dieſe Klaſſe in zwei Unterklaſſen ein, in die Panzerlurche und Nacktlurche, von denen die erſteren durch die Bedeckung des Körpers mit Knochentafeln oder Schuppen ausgezeichnet ſind.

Die erſte und ältere Unterklaſſe der Amphibien bilden die Panzerlurche (Phractamphibia), die älteſten landbewohnenden Wirbelthiere, von denen uns foſſile Reſte erhalten ſind. Wohlerhaltene Verſteinerungen derſelben finden ſich ſchon in der Steinkohle vor, nämlich die den Fiſchen noch am nächſten ſtehenden Schmelzköpfe (Ganocephala), der Archegoſaurus von Saarbrücken, und das Dendrerpeton aus Nordamerika. Auf dieſe folgen dann ſpäter die rieſigen Wickelzähner (Labyrinthodonta), ſchon im permiſchen Syſtem durch Zygoſaurus, ſpäter aber vorzüglich in der Trias durch Maſtodonſaurus, Trematoſaurus, Capitoſaurus u. ſ. w. vertreten. Dieſe furchtbaren Raubthiere ſcheinen in der Körperform zwiſchen den Krokodilen, Salamandern und Fröſchen in der Mitte geſtanden zu haben, waren aber den beiden letzteren mehr durch ihren inneren Bau verwandt, während ſie durch die feſte Panzerbedeckung mit ſtarken Knochentafeln den erſteren glichen. Schon gegen Ende der Triaszeit ſcheinen dieſe gepanzerten Rieſenlurche ausgeſtorben zu ſein. Aus der ganzen folgenden Zeit kennen wir keine Verſteinerungen von Panzerlurchen. Daß dieſe Unterklaſſe jedoch während deſſen noch lebte und niemals ganz ausſtarb, beweiſen die heute noch lebenden Blindwühlen oder Caecilien (Peromela), kleine beſchuppte Phraktamphibien von der Form und Lebensweiſe des Regenwurms.

Die zweite Unterklaſſe der Amphibien, die Nacktlurche (Lissamphibia), entſtanden wahrſcheinlich ſchon während der primären oder ſekundären Zeit, obgleich wir foſſile Reſte derſelben erſt aus der Tertiärzeit kennen. Sie unterſcheiden ſich von den Panzerlurchen durch ihre nackte, glatte, ſchlüpfrige Haut, welche jeder Schuppen- oder Panzerbedeckung entbehrt. Sie entwickelten ſich vermuthlich entwe-

der aus einem Zweige der Phraktamphibien oder aus gemeinſamer Wurzel mit dieſen. Die drei Ordnungen von Nacktlurchen, welche noch jetzt leben, die Kiemenlurche, Schwanzlurche und Froſchlurche, wiederholen uns noch heutzutage in ihrer individuellen Entwickelung ſehr deutlich den hiſtoriſchen Entwickelungsgang der ganzen Unterklaſſe. Die älteſten Formen ſind die Kiemenlurche (Sozobranchia), welche zeitlebens auf der urſprünglichen Stammform der Nacktlurche ſtehen bleiben und einen langen Schwanz nebſt waſſerathmenden Kiemen beibehalten. Sie ſtehen am nächſten den Dipneuſten, von denen ſie ſich aber ſchon äußerlich durch den Mangel des Schuppenkleides unterſcheiden. Die meiſten Kiemenlurche leben in Nordamerika; unter anderen der früher erwähnte Axolotl oder Siredon (vergl. oben S. 215). In Europa iſt dieſe Ordnung nur durch eine Form vertreten, durch den berühmten Olm (Proteus anguineus), welcher die Adelsberger Grotte und andere Höhlen Krains bewohnt, und durch den Aufenthalt im Dunkeln rudimentäre Augen bekommen hat, die nicht mehr ſehen können (ſ. oben S. 13). Aus den Kiemenlurchen hat ſich durch Verluſt der äußeren Kiemen die Ordnung der Schwanzlurche (Sozura) entwickelt, zu welcher unſer ſchwarzer, gelbgefleckter Landſalamander (Salamandra maculosa) und unſere flinken Waſſermolche (Triton) gehören. Manche von ihnen (z. B. die nordamerikaniſchen Gattungen Amphiuma und Menopoma) haben noch die Kiemenſpalte beibehalten, trotzdem ſie die Kiemen ſelbſt verloren haben. Alle aber behalten den Schwanz zeitlebens. Bisweilen konſerviren die Tritonen auch die Kiemen und bleiben ſo ganz auf der Stufe der Kiemenlurche ſtehen, wenn man ſie nämlich zwingt, beſtändig im Waſſer zu bleiben (vergl. oben S. 215). Die dritte Ordnung, die Schwanzloſen oder Froſchlurche (Anura), verlieren bei der Metamorphoſe nicht nur die Kiemen, durch welche ſie in früher Jugend (als ſogenannte „Kaulquappen") Waſſer athmen, ſondern auch den Schwanz, mit dem ſie herumſchwimmen. Sie durchlaufen alſo während ihrer Ontogenie den Entwickelungsgang der ganzen Unterklaſſe, indem ſie zuerſt Kiemenlurche, ſpäter Schwanzlurche, und zuletzt

Froschlurche sind. Offenbar ergiebt sich daraus, daß die Froschlurche sich erst später aus den Schwanzlurchen, wie diese selbst aus den ursprünglich allein vorhandenen Kiemenlurchen entwickelt haben.

Indem wir nun von den Amphibien zu der nächsten Wirbelthierklasse, den Reptilien übergehen, bemerken wir eine sehr bedeutende Vervollkommnung in der stufenweise fortschreitenden Organisation der Wirbelthiere. Alle bisher betrachteten Paarnasen oder Amphirhinen, und namentlich die beiden großen Klassen der Fische und Lurche, stimmen in einer Anzahl von wichtigen Charakteren überein, durch welche sie sich von den drei noch übrigen Wirbelthierklassen, den Reptilien, Vögeln und Säugethieren, sehr wesentlich unterscheiden. Bei diesen letzteren bildet sich während der embryonalen Entwickelung rings um den Embryo eine von seinem Nabel auswachsende besondere zarte Hülle, die Fruchthaut oder das Amnion, welche mit dem Fruchtwasser oder Amnionwasser gefüllt ist, und in diesem das Embryon oder den Keim blasenförmig umschließt. Wegen dieser sehr wichtigen und charakteristischen Bildung können wir jene drei höchst entwickelten Wirbelthierklassen als Amnionthiere (Amniota) zusammenfassen. Die vier soeben betrachteten Klassen der Paarnasen dagegen, denen das Amnion, ebenso wie allen niederen Wirbelthieren (Unpaarnasen und Schädellosen) fehlt, können wir jenen als Amnionlose (Anamnia) entgegensetzen.

Die Bildung der Fruchthaut oder des Amnion, durch welche sich die Reptilien, Vögel und Säugethiere von allen anderen Wirbelthieren unterscheiden, ist offenbar ein höchst wichtiger Vorgang in der Ontogenie und der ihr entsprechenden Phylogenie der Wirbelthiere. Er fällt zusammen mit einer Reihe von anderen Vorgängen, welche wesentlich die höhere Entwickelung der Amnionthiere bestimmten. Dahin gehört vor allen der gänzliche Verlust der Kiemen, dessenwegen man schon früher die Amnioten als Kiemenlose (Ebranchiata) allen übrigen Wirbelthieren als Kiemenathmenden (Branchiata) entgegengesetzt hatte. Bei allen bisher betrachteten Wirbelthieren fanden sich athmende Kiemen entweder zeitlebens, oder doch

wenigstens, wie bei Fröschen und Molchen, in früher Jugend. Bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren dagegen kommen zu keiner Zeit des Lebens wirklich athmende Kiemen vor, und die auch hier vorhandenen Kiemenbogen gestalten sich im Laufe der Ontogenie zu ganz anderen Gebilden, zu Theilen des Kieferapparats und des Gehörorgans (vergl. oben S. 274). Alle Amnionthiere besitzen im Gehörorgan eine sogenannte „Schnecke" und ein dieser entsprechendes „rundes Fenster". Diese Theile fehlen dagegen den Amnionlosen. Bei diesen letzteren liegt der Schädel des Embryon in der gradlinigen Fortsetzung der Wirbelsäule. Bei den Amnionthieren dagegen erscheint die Schädelbasis von der Bauchseite her eingeknickt, so daß der Kopf auf die Brust herabsinkt (Taf. III, Fig. C, D, G, H). Auch entwickeln sich erst bei den Amnioten die Thränenorgane im Auge.

Wann fand nun im Laufe der organischen Erdgeschichte dieser wichtige Vorgang statt? Wann entwickelte sich aus einem Zweige der Amnionlosen (und zwar jedenfalls aus einem Zweige der Amphibien) der gemeinsame Stammvater aller Amnionthiere?

Auf diese Frage geben uns die versteinerten Wirbelthierreste zwar keine ganz bestimmte, aber doch eine annähernde Antwort. Mit Ausnahme nämlich von zwei im permischen Systeme gefundenen eidechsenähnlichen Thieren (dem Proterosaurus und Rhopalodon) gehören alle übrigen versteinerten Reste, welche wir bis jetzt von Amnionthieren kennen, der Secundärzeit, Tertiärzeit und Quartärzeit an. Von jenen beiden Wirbelthieren aber ist es noch zweifelhaft, ob sie schon wirkliche Reptilien und nicht vielleicht salamanderähnliche Amphibien sind. Wir kennen von ihnen allein das Skelet, und dies nicht einmal vollständig. Da wir nun von den entscheidenden Merkmalen der Weichthiere gar Nichts wissen, so ist es wohl möglich, daß der Proterosaurus und der Rhopalodon noch amnionlose Thiere waren, welche den Amphibien näher als den Reptilien standen, vielleicht auch zu den Uebergangsformen zwischen beiden Klassen gehörten. Da aber andrerseits unzweifelhafte Amnionthiere bereits in der Trias versteinert vorgefunden werden, so ist es wohl

möglich, daß die Hauptklaſſe der Amnioten ſich erſt in der Triaszeit, im Beginn des meſolithiſchen Zeitalters, entwickelte. Wie wir ſchon früher ſahen, iſt offenbar gerade dieſer Zeitraum einer der wichtigſten Wendepunkte in der organiſchen Erdgeſchichte. An die Stelle der paläolithiſchen Farnwälder traten damals die Nadelwälder der Trias. In vielen Abtheilungen der wirbelloſen Thiere traten wichtige Umgeſtaltungen ein: Aus den getäfelten Seelilien (Phatnocrina) entwickelten ſich die gegliederten (Colocrina). Die Autechiniden oder die Seeigel mit zwanzig Plattenreihen traten an die Stelle der paläolithiſchen Palechiniden, der Seeigel mit mehr als zwanzig Plattenreihen. Die Cyſtideen, Blaſtoideen, Trilobiten und andere charakteriſtiſche wirbelloſe Thiergruppen der Primärzeit waren ſo eben ausgeſtorben. Kein Wunder, wenn die umgeſtaltenden Anpaſſungsverhältniſſe im Beginn der Triaszeit auch auf den Wirbelthierſtamm mächtig einwirkten, und die Entſtehung der Amnionthiere veranlaßten.

Wenn man dagegen die beiden eidechſen- oder ſalamanderähnlichen Thiere der Permzeit, den Proteroſaurus und den Rhopalodon, als echte Reptilien, mithin als die älteſten Amnioten betrachtet, ſo würde die Entſtehung dieſer Hauptklaſſe bereits um eine Periode früher, gegen das Ende der Primärzeit fallen, in die permiſche Periode. Alle übrigen Reptilienreſte aber, welche man früher im permiſchen, im Steinkohlenſyſtem oder gar im devoniſchen Syſteme gefunden zu haben glaubte, haben ſich entweder nicht als Reptilienreſte, oder als viel jüngeren Alters (meiſtens der Trias angehörig) herausgeſtellt. (Vergl. Taf. XIV.)

Die gemeinſame hypothetiſche Stammform aller Amnionthiere, welche wir als Protamnion bezeichnen können, und welche möglicherweiſe dem Proteroſaurus nahe verwandt war, ſtand vermuthlich im Ganzen hinſichtlich ihrer Körperbildung in der Mitte zwiſchen den Salamandern und Eidechſen. Ihre Nachkommenſchaft ſpaltete ſich ſchon frühzeitig in zwei verſchiedene Linien, von denen die eine die

Paarnasen oder Amphirhinen
mit Amnion, ohne Kiemen.

Ha
und tilia.
des

	Flug-schleicher Ptero-sauria.	Drachen Dino-sauria.	Schnabel-schleicher Anomo-dontia.	Vögel. Aves.	Säugethiere. Mammalia		
					Schnabel-thiere. Monotrema.	Beutel-thiere. Marsupialia.	Placental-thiere. Placentalia.
Cenolith. oder Tertiäres Zeit.					59. 60.	62	63. 64. 65. 66.
Mesolithisches oder Secundäres Zeitalter	40.	48	58	58	61		
Palaeolithisches oder Primäres Zeitalter							
Archolithisches oder Primordiales Zeitalter							

er
ischer
m
tammes
ründet.

Relative Länge der 5 Zeitalter in Procenten:

V. Quartär-Zeit	0,5
IV. Tertiär-Zeit	2,3
III. Secundär-Zeit	11,5
II. Primär-Zeit	32,1
I. Primordial-Zeit	53,6
Summa	100,0

gemeinſame Stammform der Reptilien und Vögel, die andere die Stammform der Säugethiere wurde.

Die Schleicher (Reptilia oder Pholidota, auch Sauria im weiteſten Sinne genannt) bleiben von allen drei Klaſſen der Amnionthiere auf der tiefſten Bildungsſtufe ſtehen und entfernen ſich am wenigſten von ihren Stammvätern, den Amphibien. Daher wurden ſie früher allgemein zu dieſen gerechnet, obwohl ſie in ihrer ganzen Organiſation viel näher den Vögeln als den Amphibien verwandt ſind. Gegenwärtig leben von den Reptilien nur noch vier Ordnungen, nämlich die Eidechſen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten. Dieſe bilden aber nur noch einen ſchwachen Reſt von der ungemein mannichfaltig und bedeutend entwickelten Reptilienſchaar, welche während der meſolithiſchen oder Sekundärzeit lebte und damals alle anderen Wirbelthierklaſſen beherrſchte. Die ausnehmende Entwickelung der Reptilien während der Sekundärzeit iſt ſo charakteriſtiſch, daß wir dieſe danach eben ſo gut, wie nach den Gymnoſpermen, benennen konnten (S. 343). Von den 27 Unterordnungen, welche die nachſtehende Tabelle Ihnen vorführt, gehören 12, und von den acht Ordnungen gehören vier ausſchließlich der Sekundärzeit an. Dieſe meſolithiſchen Gruppen ſind durch ein † bezeichnet. Mit einziger Ausnahme der Schlangen finden ſich alle Ordnungen ſchon im Jura oder der Trias verſteinert vor.

In der erſten Ordnung, den Stammreptilien oder Stammſchleichern (Tocosauria), faſſen wir die ausgeſtorbenen Fachzähner (Thecodontia) der Triaszeit mit denjenigen Reptilien zuſammen, welche wir als die gemeinſame Stammform der ganzen Klaſſe betrachten können. Zu dieſen letzteren, welche wir als Urſchleicher (Proreptilia) bezeichnen können, gehört möglicherweiſe der Proterosaurus des permiſchen Syſtems. Die ſieben übrigen Ordnungen ſind als divergente Zweige aufzufaſſen, welche ſich aus jener gemeinſamen Stammform nach verſchiedenen Richtungen hin entwickelt haben. Die Thecodonten der Trias, die einzigen ſicher bekannten foſſilen Reſte von Tocoſauriern, waren Eidechſen, welche den heute noch lebenden

Monitoren oder Warneidechſen (Monitor, Varanus) ziemlich ähnlich geweſen zu ſein ſcheinen.

Unter den vier Schleicherordnungen, welche gegenwärtig noch leben, und welche ſchon ſeit Beginn der Tertiärzeit allein die Klaſſe vertreten haben, ſchließen ſich die Eidechſen (Lacertilia) wahrſcheinlich am nächſten an die ausgeſtorbenen Stammreptilien an, beſonders durch die ſchon genannten Monitoren. Aus einem Zweige der Eidechſenordnung hat ſich die Abtheilung der Schlangen (Ophidia) entwickelt, und zwar wahrſcheinlich erſt im Beginn der Tertiärzeit. Wenigſtens kennt man verſteinerte Schlangen bis jetzt bloß aus tertiären Schichten. Viel früher ſind die Krokodile (Crocodilia) entſtanden, von denen die Teleoſaurier und Steneoſaurier maſſenhaft verſteinert ſchon im Jura gefunden werden; die jetzt allein noch lebenden Alligatoren dagegen kommen erſt in den Kreide- und Tertiärſchichten foſſil vor. Am meiſten iſolirt unter den vier lebenden Reptilienordnungen ſteht die merkwürdige Gruppe der Schildkröten (Chelonia). Dieſe ſonderbaren Thiere kommen zuerſt verſteinert im Jura vor. Sie nähern ſich durch einige Charaktere den Amphibien, durch andere den Krokodilen, und durch gewiſſe Eigenthümlichkeiten ſogar den Vögeln, ſo daß ihr wahrer Platz im Stammbaum der Reptilien wahrſcheinlich tief unten an der Wurzel liegt. Höchſt auffallend iſt die außerordentliche Aehnlichkeit, welche ihre Embryonen ſelbſt noch in ſpäteren Stadien der Ontogeneſis mit denjenigen der Vögel zeigen (vergl. Taf. II und III).

Die vier ausgeſtorbenen Reptilienordnungen zeigen unter einander und mit den eben angeführten vier lebenden Ordnungen ſo mannichfaltige und verwickelte Verwandtſchaftsbeziehungen, daß wir bei dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer Kenntniß noch gänzlich auf die Aufſtellung eines Stammbaums verzichten müſſen. Eine der abweichendſten und merkwürdigſten Formen bilden die berühmten Flugreptilien (Pterosauria); fliegende Eidechſen, bei denen der außerordentlich verlängerte fünfte Finger der Hand als Stütze einer gewaltigen Flughaut diente. Sie flogen in der Sekundärzeit wahr-

Syſtematiſche Ueberſicht

der 8 Ordnungen und 27 Unterordnungen der Reptilien.

(Die mit einem † bezeichneten Gruppen ſind ſchon während der Sekundärzeit ausgeſtorben).

Ordnungen der Reptilien	Unterordnungen der Reptilien	Syſtematiſcher Name der Unterordnungen	Ein Gattungsname als Beiſpiel
I. Stammreptilien Tocosauria †	1. Urſchleicher	1. Proreptilia	† (Proterosaurus?)
	2. Fachzähner	2. Thecodontia	† Palaeosaurus
II. Eidechſen Lacertilia	3. Spaltzüngler	3. Fissilingues	Monitor
	4. Dickzüngler	4. Crassilingues	Iguana
	5. Kurzzüngler	5. Brevilingues	Anguis
	6. Ringeleidechſen	6. Glyptodermata	Amphisbaena
	7. Chamaeleonen	7. Vermilingues	Chamaeleo
III. Schlangen Ophidia	8. Nattern	8. Aglyphodonta	Coluber
	9. Baumſchlangen	9. Opisthoglypha	Dipsas
	10. Giftnattern	10. Proteroglypha	Hydrophis
	11. Ottern	11. Solenoglypha	Vipera
	12. Wurmſchlangen	12. Opoterodonta	Typhlops
IV. Crocodile Crocodilia	13. Amphicoelen	13. Teleosauria	† Teleosaurus
	14. Opiſthocoelen	14. Steneosauria	† Steneosaurus
	15. Proſthocoelen	15. Alligatores	Alligator
V. Schildkröten Chelonia	16. Seeſchildkröten	16. Thalassita	Chelone
	17. Flußſchildkröten	17. Potamita	Trionyx
	18. Sumpfſchildkröten	18. Elodita	Emys
	19. Landſchildkröten	19. Chersita	Testudo
VI. Flugreptilien Pterosauria †	20. Langſchwänzige Flugeidechſen	20. Rhamphorhynchi	† Rhamphorhynchus
	21. Kurzſchwänzige Flugeidechſen	21. Pterodactyli	† Pterodactylus
VII. Drachen Dinosauria †	22. Rieſendrachen	22. Harpagosauria	† Megalosaurus
	23. Elephantendrachen	23. Therosauria	† Iguanodon
VIII. Schnabelreptilien Anomodontia †	24. Hundszähner	24. Cynodontia	† Dicynodon
	25. Fehlzähner	25. Cryptodontia	† Udenodon
	26. Känguruhſchleicher	26. Hypsosauria	† Compsognathus
	27. Vogelſchleicher	27. Tocornithes	† (Tocornis)

ſcheinlich in ähnlicher Weiſe umher, wie jetzt die Fledermäuſe. Die kleinſten Flugeidechſen hatten ungefähr die Größe eines Sperlings. Die größten Pteroſaurier aber, mit einer Klafterweite der Flügel von mehr als 16 Fuß, übertrafen die größten jetzt lebenden fliegenden Vögel (Condor und Albatros) an Umfang. Ihre verſteinerten Reſte, die langſchwänzigen Rhamphorhynchen und die kurzſchwänzigen Pterodactylen, finden ſich zahlreich verſteinert in allen Schichten der Jura- und Kreidezeit, aber nur in dieſen vor.

Nicht minder merkwürdig und für das meſolithiſche Zeitalter charakteriſtiſch war die Gruppe der Drachen oder Lindwürmer (Dinosauria oder Pachypoda). Dieſe koloſſalen Reptilien, welche eine Länge von mehr als 50 Fuß erreichten, ſind die größten Landbewohner, welche jemals unſer Erdball getragen hat. Sie lebten ausſchließlich in der Sekundärzeit. Die meiſten Reſte derſelben finden ſich in der unteren Kreide, namentlich in der Wälderformation Englands. Die Mehrzahl waren furchtbare Raubthiere (Megaloſaurus von 20—30, Peloroſaurus von 40—60 Fuß Länge). Iguanodon jedoch und einige andere lebten von Pflanzennahrung und ſpielten in den Wäldern der Kreidezeit wahrſcheinlich eine ähnliche Rolle, wie die ebenſo ſchwerfälligen, aber kleineren Elephanten, Flußpferde und Nashörner der Gegenwart.

Vielleicht den Drachen nahe verwandt waren die ebenfalls längſt ausgeſtorbenen Schnabelreptilien (Anomodontia), von denen ſich viele merkwürdige Reſte in der Trias und im Jura finden. Die Kiefer waren bei ihnen, ähnlich wie bei den meiſten Flugreptilien und Schildkröten, zu einem Schnabel umgebildet, der entweder nur verkümmerte Zahnrudimente oder gar keine Zähne mehr trug. In dieſer Ordnung (wenn nicht in der vorhergehenden) müſſen wir die Stammeltern den Vögelklaſſe ſuchen, die wir mit dem Namen der Vogelreptilien (Tocornithes) bezeichnen können. Dieſen letzteren wahrſcheinlich ſehr nahe verwandt war der ſonderbare, känguruhähnliche Kompſognathus aus dem Jura, der in ſehr wichtigen Charakteren bereits eine Annäherung an den Vogelkörperbau zeigt.

Die Klaſſe der Vögel (Aves) iſt, wie ſchon bemerkt, durch ihren inneren Bau und durch ihre embryonale Entwickelung den Reptilien ſo nahe verwandt, daß ſie ohne allen Zweifel aus einem Zweige dieſer Klaſſe wirklich ihren Urſprung genommen hat. Wie Ihnen allein ſchon ein Blick auf Taf. II und III zeigt, ſind die Embryonen der Vögel zu einer Zeit, in der ſie bereits ſehr weſentlich von den Embryonen der Säugethiere verſchieden erſcheinen, von denen der Schildkröten und anderer Reptilien noch kaum zu unterſcheiden. Die Dotterfurchung iſt bei den Vögeln und Reptilien partiell, bei den Säugethieren total. Die rothen Blutzellen der erſteren beſitzen einen Kern, die der letzteren dagegen nicht. Die Haare der Säugethiere entwickeln ſich in anderer Weiſe, als die Federn der Vögel und die Schuppen der Reptilien. Der Unterkiefer der letzteren iſt viel verwickelter zuſammengeſetzt, als derjenige der Säugethiere. Auch fehlt dieſen letzteren das Quadratbein der erſteren. Während bei den Säugethieren (wie bei den Amphibien) die Verbindung zwiſchen dem Schädel und dem erſten Halswirbel durch zwei Gelenkhöcker oder Condylen geſchieht, ſind dieſe dagegen bei den Vögeln und Reptilien zu einem einzigen verſchmolzen. Man kann die beiden letzteren Klaſſen daher mit vollem Rechte in einer Gruppe als Monocondylia zuſammenfaſſen und dieſer die Säugethiere als Dicondylia gegenüber ſetzen.

Die Abzweigung der Vögel von den Reptilien fand jedenfalls erſt während der meſolithiſchen Zeit, und zwar wahrſcheinlich während der Triaszeit ſtatt. Die älteſten foſſilen Vogelreſte ſind im oberen Jura gefunden worden (Archaeopteryx). Aber ſchon in der Triaszeit lebten verſchiedene Saurier (Anomodonten), die in mehrfacher Hinſicht den Uebergang von den Tocoſauriern zu den Stammvätern der Vögel, den hypothetiſchen Tocornithen, zu bilden ſcheinen. Wahrſcheinlich waren dieſe Tocornithen von anderen Schnabeleidechſen im Syſteme kaum zu trennen, und namentlich dem känguruhartigen Compsognathus aus dem Jura von Solenhofen nächſt verwandt. Huxley ſtellt dieſen letzteren zu den Dinoſauriern, und glaubt, daß dieſe die nächſten Verwandten der Tocornithen ſeien.

Die große Mehrzahl der Vögel erscheint, trotz aller Mannichfaltigkeit in der Färbung des schönen Federkleides und in der Bildung des Schnabels und der Füße, höchst einförmig organisirt, in ähnlicher Weise, wie die Insektenklasse. Den äußeren Existenzbedingungen hat sich die Vogelform auf das Vielfältigste angepaßt, ohne dabei irgend wesentlich von dem streng erblichen Typus der charakteristischen inneren Bildung abzuweichen. Nur zwei kleine Gruppen, einerseits die fiederschwänzigen Vögel (Saururae), andrerseits die straußartigen (Ratitae), entfernen sich erheblich von dem gewöhnlichen Vogeltypus, dem der kielbrüstigen (Carinatae), und demnach kann man die ganze Klasse in drei Unterklassen eintheilen.

Die erste Unterklasse, die reptilienschwänzigen oder fiederschwänzigen Vögel (Saururae) sind bis jetzt bloß durch einen einzigen und noch dazu unvollständigen fossilen Abdruck bekannt, welcher aber als die älteste und dabei sehr eigenthümliche Vogelversteinerung eine hohe Bedeutung beansprucht. Das ist der Urgreif oder die Archaeopteryx lithographica, welche bis jetzt erst in einem Exemplar in dem lithographischen Schiefer von Solenhofen, im oberen Jura von Baiern, gefunden wurde. Dieser merkwürdige Vogel scheint im Ganzen Größe und Wuchs eines starken Raben gehabt zu haben, wie namentlich die wohl erhaltenen Beine zeigen; Kopf und Brust fehlen leider. Die Flügelbildung weicht schon etwas von derjenigen der anderen Vögel ab, noch viel mehr aber der Schwanz. Bei allen übrigen Vögeln ist der Schwanz sehr kurz, aus wenigen kurzen Wirbeln zusammengesetzt. Die letzten derselben sind zu einer dünnen, senkrecht stehenden Knochenplatte verwachsen, an welcher sich die Steuerfedern des Schwanzes fächerförmig ansetzen. Die Archäopteryx dagegen hat einen langen Schwanz, wie die Eidechsen, aus zahlreichen (20) langen und dünnen Wirbeln zusammengesetzt; und an jedem Wirbel sitzen zweizeilig ein paar starke Steuerfedern, so daß der ganze Schwanz regelmäßig gefiedert erscheint. Dieselbe Bildung der Schwanzwirbelsäule zeigt sich bei den Embryonen der übrigen Vögel vorübergehend, so daß offenbar der Schwanz der

Archäopteryx die ursprüngliche, von den Reptilien ererbte Form des Vogelschwanzes darstellt. Wahrscheinlich lebten ähnliche Vögel mit Eidechsenschwanz um die mittlere Sekundärzeit in großer Menge; der Zufall hat uns aber erst diesen einen Rest bis jetzt enthüllt.

Zu den fächerschwänzigen oder kielbrüstigen Vögeln (Carinatae), welche die zweite Unterklasse bilden, gehören alle jetzt lebenden Vögel, mit Ausnahme der straußartigen oder Ratiten. Sie haben sich wahrscheinlich in der zweiten Hälfte der Sekundärzeit, in der Jurazeit oder in der Kreidezeit, aus den federschwänzigen durch Verwachsung der hinteren Schwanzwirbel und Verkürzung des Schwanzes entwickelt. Aus der Sekundärzeit kennt man von ihnen nur sehr wenige Reste, und zwar nur aus dem letzten Abschnitt derselben, aus der Kreide. Diese Reste gehören einem albatrosartigen Schwimmvogel und einem schnepfenartigen Stelzvogel an. Alle übrigen bis jetzt bekannten versteinerten Vogelreste sind in den Tertiärschichten gefunden.

Die straußartigen oder büschelschwänzigen Vögel (Ratitae), auch Laufvögel (Cursores) genannt, die dritte und letzte Unterklasse, ist gegenwärtig nur noch durch wenige lebende Arten vertreten, durch den zweizehigen afrikanischen Strauß, den dreizehigen amerikanischen und neuholländischen Strauß, den indischen Casuar, und den vierzehigen Kiwi oder Apteryx von Neuseeland. Auch die ausgestorbenen Riesenvögel von Madagaskar (Aepyornis) und von Neuseeland (Dinornis), welche viel größer waren als die jetzt lebenden größten Strauße, gehören zu dieser Gruppe. Wahrscheinlich sind die straußartigen Vögel durch Abgewöhnung des Fliegens, durch die damit verbundene Rückbildung der Flugmuskeln und des denselben zum Ansatz dienenden Brustbeinkammes, und durch entsprechend stärkere Ausbildung der Hinterbeine zum Laufen, aus einem Zweige der kielbrüstigen Vögel entstanden. Vielleicht sind dieselben jedoch auch, wie Huxley meint, nächste Verwandte der Dinosaurier, und der diesen nahestehenden Reptilien, namentlich des Kompsognathus. Jedenfalls ist die gemeinsame Stammform aller Vögel unter den ausgestorbenen Reptilien zu suchen.

Einundzwanzigster Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

IV. Säugethiere.

Syſtem der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterklaſſen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithoſtomen). Didelphien oder Marſupialien. Pflanzenfreſſende und fleiſchfreſſende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualoſe oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Zahnarme. Deciduathiere oder Deciduaten. Halbaffen. Nagethiere. Scheinhufer. Inſektenfreſſer. Raubthiere. Fledderthiere. Affen.

Meine Herren! Es giebt nur wenige Anſichten in der Syſtematik der Organismen, über welche die Naturforſcher von jeher einig geweſen ſind. Zu dieſen wenigen unbeſtrittenen Punkten gehört die bevorzugte Stellung der Säugethierklaſſe an der Spitze des Thierreichs. Der Grund dieſes Privilegiums liegt theils in dem beſonderen Intereſſe, dem mannichfaltigen Nutzen und dem vielen Vergnügen, das in der That die Säugethiere mehr als alle anderen Thiere dem Menſchen darbieten; theils und noch mehr aber in dem Umſtande, daß der Menſch ſelbſt ein Glied dieſer Klaſſe iſt. Denn wie verſchiedenartig auch ſonſt die Stellung des Menſchen in der Natur und im Syſtem der Thiere beurtheilt worden iſt, niemals iſt je ein Naturforſcher darüber in Zweifel geweſen, daß der Menſch, mindeſtens rein morphologiſch betrachtet, zur Klaſſe der Säugethiere gehöre.

Daraus folgt aber für uns ohne Weiteres der höchst bedeutende Schluß, daß der Mensch auch seiner Blutsverwandtschaft nach ein Glied dieser Thierklasse ist, und aus längst ausgestorbenen Säugethierformen sich historisch entwickelt hat. Dieser Umstand allein schon wird es rechtfertigen, daß wir hier der Geschichte und dem Stammbaum der Säugethiere unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden. Lassen Sie uns zu diesem Zwecke wieder zunächst das System dieser Thierklasse untersuchen.

Von den älteren Naturforschern wurde die Klasse der Säugethiere mit vorzüglicher Rücksicht auf die Bildung des Gebisses und der Füße in eine Reihe von 8—16 Ordnungen eingetheilt. Auf der tiefsten Stufe dieser Reihe standen die Walfische, welche durch ihre fischähnliche Körpergestalt sich am meisten vom Menschen, der höchsten Stufe, zu entfernen schienen. So unterschied Linné folgende acht Ordnungen: 1. Cete (Wale); 2. Belluae (Flußpferde und Pferde); 3. Pecora (Wiederkäuer); 4. Glires (Nagethiere und Nashorn); 5. Bestiae (Insektenfresser, Beutelthiere und verschiedene Andere); 6. Ferae (Raubthiere); 7. Bruta (Zahnarme und Elephanten); 8. Primates (Fledermäuse, Halbaffen, Affen und Menschen). Nicht viel über diese Klassifikation von Linné erhob sich diejenige von Cuvier, welche für die meisten folgenden Zoologen maßgebend wurde. Cuvier unterschied folgende acht Ordnungen: 1. Cetacea (Wale); 2. Ruminantia (Wiederkäuer); 3. Pachyderma (Hufthiere nach Ausschluß der Wiederkäuer); 4. Edentata (Zahnarme); 5. Rodentia (Nagethiere); 6. Carnassia (Beutelthiere, Raubthiere, Insektenfresser und Flederthiere); 7. Quadrumana (Halbaffen und Affen); 8. Bimana (Menschen).

Den bedeutendsten Fortschritt in der Klassifikation der Säugethiere that schon 1816 der ausgezeichnete, bereits vorher erwähnte Anatom Blainville, welcher zuerst mit tiefem Blick die drei natürlichen Hauptgruppen oder Unterklassen der Säugethiere erkannte, und sie nach der Bildung ihrer Fortpflanzungsorgane als Ornithodelphien, Didelphien und Monodelphien unterschied. Da diese

Eintheilung heutzutage mit Recht bei allen wiſſenſchaftlichen Zoologen wegen ihrer tiefen Begründung durch die Entwickelungsgeſchichte als die beſte gilt, ſo laſſen Sie uns derſelben auch hier folgen.

Die erſte Unterklaſſe bilden die Kloakenthiere oder Bruſtloſen, auch Gabler oder Gabelthiere genannt (Monotrema oder Ornithodelphia). Sie ſind heute nur noch durch zwei lebende Säugethierarten vertreten, die beide auf Neuholland und das benachbarte Vandiemensland beſchränkt ſind: das wegen ſeines Vogelſchnabels ſehr bekannte Waſſerſchnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus) und das weniger bekannte, igelähnliche Landſchnabelthier (Echidna hystrix). Dieſe beiden ſeltſamen Thiere, welche man in der Ordnung der Schnabelthiere (Ornithostoma) zuſammenfaßt, ſind offenbar die letzten überlebenden Reſte einer vormals formenreichen Thiergruppe, welche in der älteren Sekundärzeit allein die Säugethierklaſſe vertrat, und aus der ſich erſt ſpäter, wahrſcheinlich in der Jurazeit, die zweite Unterklaſſe, die Didelphien, entwickelte. Leider ſind uns von dieſer älteſten Stammgruppe der Säugethiere, welche wir als Stammſäuger (Promammalia) bezeichnen wollen, bis jetzt noch keine foſſilen Reſte mit voller Sicherheit bekannt. Doch gehören dazu möglicherweiſe die älteſten bekannten von allen verſteinerten Säugethieren, namentlich der Microlestes antiquus, von dem man bis jetzt allerdings nur einige kleine Backzähne kennt. Dieſe ſind in den oberſten Schichten der Trias, im Keuper, und zwar zuerſt (1847) in Deutſchland (bei Degerloch unweit Stuttgart), ſpäter auch (1858) in England (bei Frome) gefunden worden. Aehnliche Zähne ſind neuerdings auch in der nordamerikaniſchen Trias gefunden und als Dromatherium sylvestre beſchrieben. Dieſe merkwürdigen Zähne, aus deren charakteriſtiſcher Form man auf ein inſektenfreſſendes Säugethier ſchließen kann, ſind die einzigen Reſte von Säugethieren, welche man bis jetzt in den älteren Sekundärſchichten, in der Trias, gefunden hat. Vielleicht gehören aber außer dieſen auch noch manche andere, im Jura und in der Kreide gefundene Säugethierzähne, welche jetzt gewöhnlich Beutelthieren zugeſchrieben werden, eigentlich Kloaken-

thieren an. Bei dem Mangel der charakteriſtiſchen Weichtheile läßt ſich dies nicht ſicher unterſcheiden. Jedenfalls müſſen dem Auftreten der Beutelthiere zahlreiche, mit entwickeltem Gebiß und mit einer Kloake verſehene Gabelthiere vorausgegangen ſein.

Die Bezeichnung: „Kloakenthiere" (Monotrema) im weiteren Sinne haben die Ornithodelphien wegen der Kloake erhalten, durch deren Beſitz ſie ſich von allen übrigen Säugethieren unterſcheiden, und dagegen mit den Vögeln, Reptilien, Amphibien, überhaupt mit den niederen Wirbelthieren übereinſtimmen. Die Kloakenbildung beſteht darin, daß der letzte Abſchnitt des Darmkanals die Mündungen des Urogenitalapparates, d. h. der vereinigten Harn- und Geſchlechtsorgane, aufnimmt, während dieſe bei allen übrigen Säugethieren (Didelphien ſowohl als Monodelphien) getrennt vom Maſtdarm ausmünden. Jedoch iſt auch bei dieſen in der erſten Zeit des Embryolebens die Kloakenbildung vorhanden, und erſt ſpäter (beim Menſchen gegen die zwölfte Woche der Entwickelung) tritt die Trennung der beiden Mündungsöffnungen ein. „Gabelthiere" hat man die Kloakenthiere auch wohl genannt, weil die vorderen Schlüſſelbeine mittelſt des Bruſtbeines mit einander in der Mitte zu einem Knochenſtück verwachſen ſind, ähnlich dem bekannten „Gabelbein" der Vögel. Bei den übrigen Säugethieren bleiben die beiden Schlüſſelbeine vorn völlig getrennt, und verwachſen nicht mit dem Bruſtbein. Ebenſo ſind die hinteren Schlüſſelbeine oder Korakoidknochen bei den Gabelthieren viel ſtärker als bei den übrigen Säugethieren entwickelt und verbinden ſich mit dem Bruſtbein.

Auch in vielen anderen Charakteren, namentlich in der Bildung der inneren Geſchlechtsorgane, des Gehörlabyrinthes und des Gehirns, ſchließen ſich die Schnabelthiere näher den übrigen Wirbelthieren als den Säugethieren an, ſo daß man ſie ſelbſt als eine beſondere Klaſſe von dieſen hat trennen wollen. Jedoch gebären ſie, gleich allen anderen Säugethieren, lebendige Junge, welche eine Zeit lang von der Mutter mit ihrer Milch ernährt werden. Während aber bei allen übrigen die Milch durch die Saugwarzen oder Zitzen der Milchdrüſe

entleert wird, fehlen dieſe den Schnabelthieren gänzlich, und die Milch tritt einfach aus einer ebenen, ſiebförmig durchlöcherten Hautſtelle hervor. Man kann ſie daher auch als **Bruſtloſe oder Zitzenloſe** (Amasta) bezeichnen.

Die auffallende Schnabelbildung der beiden noch lebenden Schnabelthiere, welche mit Verkümmerung der Zähne verbunden iſt, muß offenbar nicht als weſentliches Merkmal der ganzen Unterklaſſe der Kloakenthiere, ſondern als ein zufälliger Anpaſſungscharakter angeſehen werden, welcher die letzten Reſte der Klaſſe von der ausgeſtorbenen Hauptgruppe ebenſo unterſcheidet, wie die Bildung eines ebenfalls zahnloſen Rüſſels manche Zahnarme (z. B. die Ameiſenfreſſer) vor den übrigen Placentalthieren auszeichnet. Die unbekannten ausgeſtorbenen Stammſäugethiere oder Promammalien, die in der Triaszeit lebten, und von denen die beiden heutigen Schnabelthiere nur einen einzelnen, verkümmerten und einſeitig ausgebildeten Aſt darſtellen, beſaßen wahrſcheinlich ein ſehr entwickeltes Gebiß, gleich den Beutelthieren, die ſich zunächſt aus ihnen entwickelten.

Die **Beutelthiere** oder **Beutler** (Didelphia oder Marsupialia), die zweite von den drei Unterklaſſen der Säugethiere, vermittelt in jeder Hinſicht, ſowohl in anatomiſcher und embryologiſcher, als in genealogiſcher und hiſtoriſcher Beziehung, den Uebergang zwiſchen den beiden anderen, den Kloakenthieren und Placentalthieren. Zwar leben von dieſer Gruppe noch jetzt zahlreiche Vertreter, namentlich die allbekannten Känguruhs, Beutelratten und Beutelhunde. Allein im Ganzen geht offenbar auch dieſe Unterklaſſe, gleich der vorhergehenden, ihrem völligen Ausſterben entgegen, und die noch lebenden Glieder derſelben ſind die letzten überlebenden Reſte einer großen und formenreichen Gruppe, welche während der jüngeren Sekundärzeit und während der älteren Tertiärzeit vorzugsweiſe die Säugethierklaſſe vertrat. Wahrſcheinlich haben ſich die Beutelthiere um die Mitte der meſolithiſchen Zeit (während der Juraperiode?) aus einem Zweige der Kloakenthiere entwickelt, und im Beginn der Tertiärzeit ging wiederum aus den Beutelthieren die Gruppe der

Placentalthiere hervor, welcher die erſteren dann bald im Kampfe um's Daſein unterlagen. Alle foſſilen Reſte von Säugethieren, welche wir aus der Sekundärzeit kennen, gehören entweder ausſchließlich Beutelthieren oder (zum Theil vielleicht?) Kloakenthieren an. Damals ſcheinen Beutelthiere über die ganze Erde verbreitet geweſen zu ſein. Selbſt in Europa (England, Frankreich) finden wir wohl erhaltene Reſte derſelben. Dagegen ſind die letzten Ausläufer der Unterklaſſe, welche jetzt noch leben, auf ein ſehr enges Verbreitungsgebiet beſchränkt, nämlich auf Neuholland, auf den auſtraliſchen und einen kleinen Theil des aſiatiſchen Archipelagus. Einige wenige Formen leben auch noch in Amerika; hingegen lebt in der Gegenwart kein einziges Beutelthier mehr auf dem Feſtlande von Aſien, Afrika und Europa.

Die Beutelthiere führen ihren Namen von der bei den meiſten wohl entwickelten beutelförmigen Taſche (Marsupium), welche ſich an der Bauchſeite der weiblichen Thiere vorfindet, und in welcher die Mutter ihre Jungen noch eine geraume Zeit lang nach der Geburt umherträgt. Dieſer Beutel wird durch zwei charakteriſtiſche Beutelknochen geſtützt, welche auch den Schnabelthieren zukommen, den Placentalthieren dagegen fehlen. Das junge Beutelthier wird in viel unvollkommnerer Geſtalt geboren, als das junge Placentalthier, und erreicht erſt, nachdem es einige Zeit im Beutel ſich entwickelt hat, denjenigen Grad der Ausbildung, welchen das letztere ſchon gleich bei ſeiner Geburt beſitzt. Bei dem Rieſenkänguruh, welches Mannshöhe erreicht, iſt das neugeborene Junge, welches nicht viel über fünf Wochen von der Mutter im Fruchtbehälter getragen wurde, nicht mehr als zolllang, und erreicht ſeine weſentliche Ausbildung erſt nachher in dem Beutel der Mutter, wo es gegen neun Monate, an der Zitze der Milchdrüſe feſtgeſaugt, hängen bleibt.

Die verſchiedenen Abtheilungen, welche man gewöhnlich als ſogenannte Familien in der Unterklaſſe der Beutelthiere unterſcheidet, verdienen eigentlich den Rang von ſelbſtſtändigen Ordnungen, da ſie ſich in der mannichfaltigen Differenzirung des Gebiſſes und der Gliedmaßen in ähnlicher Weiſe, wenn auch nicht ſo ſcharf, von einander

unterſcheiden, wie die verſchiedenen Ordnungen der Placentalthiere. Zum Theil entſprechen ſie den letzteren vollkommen. Offenbar hat die Anpaſſung an ähnliche Lebensverhältniſſe in den beiden Unterklaſſen der Marſupialien und Placentalien ganz entſprechende oder analoge Umbildungen der urſprünglichen Grundform bewirkt. Man kann in dieſer Hinſicht ungefähr acht Ordnungen von Beutelthieren unterſcheiden, von denen die eine Hälfte die Hauptgruppe oder Legion der pflanzenfreſſenden, die andere Hälfte die Legion der fleiſchfreſſenden Marſupialien bildet. Von beiden Legionen finden ſich (falls man nicht auch den vorher erwähnten Mikroleſtes und das Dromatherium der Trias hierher ziehen will) die älteſten foſſilen Reſte im Jura vor, und zwar in den Schiefern von Stonesfield, bei Oxford in England. Dieſe Schiefer gehören der Bathformation oder dem unteren Oolith an, derjenigen Schichtengruppe, welche unmittelbar über dem Lias, der älteſten Jurabildung, liegt (vergl. S. 345). Allerdings beſtehen die Beutelthierreſte, welche in den Schiefern von Stonesfield gefunden wurden, und ebenſo diejenigen, welche man ſpäter in den Purbeckſchichten fand, nur aus Unterkiefern (vergl. S. 358). Allein glücklicherweiſe gehört gerade der Unterkiefer zu den am meiſten charakteriſtiſchen Skelettheilen der Beutelthiere. Er zeichnet ſich nämlich durch einen hakenförmigen Fortſatz des nach unten und hinten gekehrten Unterkieferwinkels aus, welcher weder den Placentalthieren, noch den (heute lebenden) Schnabelthieren zukömmt, und wir können aus der Anweſenheit dieſes Fortſatzes an den Unterkiefern von Stonesfield ſchließen, daß ſie Beutelthieren angehört haben.

Von den pflanzenfreſſenden Beutelthieren (Botanophaga) kennt man bis jetzt aus dem Jura nur zwei Verſteinerungen, nämlich den Stereognathus oolithicus aus den Schiefern von Stonesfield (unterer Oolith) und den Plagiaulax Becklesii aus den mittleren Purbeckſchichten (oberer Oolith). Dagegen finden ſich in Neuholland rieſige verſteinerte Reſte von ausgeſtorbenen pflanzenfreſſenden Beutelthieren der Diluvialzeit (Diprotodon und Nototherium), welche weit größer als die größten, jetzt noch lebenden Marſupialien waren.

Syſtematiſche Ueberſicht
der Legionen, Ordnungen und Unterordnungen der Säugethiere.

I. Erſte Unterklaſſe der Säugethiere:
Gabler oder Kloakenthiere (Monotrema oder Ornithodelphia).
Säugethiere mit Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

I. Stamm-ſäuger (Promammalia)	Unbekannte ausgeſtorbene Säugethiere der Triaszeit		(Microlestes?) (Dromatherium?)
II. Schnabelthiere (Ornithostoma)	1. Waſſer-Schnabelthiere	1. Ornithorhynchida	1. Ornithorhynchus paradoxus
	2. Land-Schnabelthiere	2. Echidnida	2. Echidna hystrix

II. Zweite Unterklaſſe der Säugethiere:
Beutler oder Beutelthiere (Marsupialia oder Didelphia).
Säugethiere ohne Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

Legionen der Beutelthiere	Ordnungen der Beutelthiere	Syſtematiſcher Name der Ordnungen	Familien der Beutelthiere
III. Pflanzenfreſſende Beutelthiere (Botanophaga)	1. Huf-Beutelthiere (Hufbeutler)	1. Barypoda	1. Stereognathida 2. Nototherida 3. Diprotodontia
	2. Känguruh-Beutelthiere (Springbeutler)	2. Macropoda	4. Plagiaulacida 5. Halmaturida 6. Dendrolagida
	3. Wurzelfreſſende Beutelthiere (Nagebeutler)	3. Rhizophaga	7. Phascolomyida
	4. Früchtefreſſende Beutelthiere (Kletterbeutler)	4. Carpophaga	8. Phascolarctida 9. Phalangistida 10. Petaurida.
IV. Fleiſchfreſſende Beutelthiere (Zoophaga)	5. Inſekten-freſſende Beutelthiere (Urbeutler)	5. Cantharophaga	11. Thylacotherida 12. Spalacotherida 13. Myrmecobida 14. Peramelida
	6. Zahnarme Beutelthiere (Rüſſelbeutler)	6. Edentula	15. Tarsipedina
	7. Raub-Beutelthiere (Raubbeutler)	7. Creophaga	16. Dasyurida 17. Thylacinida 18. Thylacoleonida
	8. Affenfüßige Beutelthiere (Handbeutler)	8. Pedimana	19. Chironectida 20. Didelphyida

unterſcheiden, wie die verſchiedenen Ordnungen der Placentalthiere. Zum Theil entſprechen ſie den letzteren vollkommen. Offenbar hat die Anpaſſung an ähnliche Lebensverhältniſſe in den beiden Unterklaſſen der Marſupialien und Placentalien ganz entſprechende oder analoge Umbildungen der urſprünglichen Grundform bewirkt. Man kann in dieſer Hinſicht ungefähr acht Ordnungen von Beutelthieren unterſcheiden, von denen die eine Hälfte die Hauptgruppe oder Legion der pflanzenfreſſenden, die andere Hälfte die Legion der fleiſchfreſſenden Marſupialien bildet. Von beiden Legionen finden ſich (falls man nicht auch den vorher erwähnten Mikroleſtes und das Dromatherium der Trias hierher ziehen will) die älteſten foſſilen Reſte im Jura vor, und zwar in den Schiefern von Stonesfield, bei Oxford in England. Dieſe Schiefer gehören der Bathformation oder dem unteren Oolith an, derjenigen Schichtengruppe, welche unmittelbar über dem Lias, der älteſten Jurabildung, liegt (vergl. S. 345). Allerdings beſtehen die Beutelthierreſte, welche in den Schiefern von Stonesfield gefunden wurden, und ebenſo diejenigen, welche man ſpäter in den Purbeckſchichten fand, nur aus Unterkiefern (vergl. S. 358). Allein glücklicherweiſe gehört gerade der Unterkiefer zu den am meiſten charakteriſtiſchen Skelettheilen der Beutelthiere. Er zeichnet ſich nämlich durch einen hakenförmigen Fortſatz des nach unten und hinten gekehrten Unterkieferwinkels aus, welcher weder den Placentalthieren, noch den (heute lebenden) Schnabelthieren zukömmt, und wir können aus der Anweſenheit dieſes Fortſatzes an den Unterkiefern von Stonesfield ſchließen, daß ſie Beutelthieren angehört haben.

Von den pflanzenfreſſenden Beutelthieren (Botanophaga) kennt man bis jetzt aus dem Jura nur zwei Verſteinerungen, nämlich den Stereognathus oolithicus aus den Schiefern von Stonesfield (unterer Oolith) und den Plagiaulax Becklesii aus den mittleren Purbeckſchichten (oberer Oolith). Dagegen finden ſich in Neuholland rieſige verſteinerte Reſte von ausgeſtorbenen pflanzenfreſſenden Beutelthieren der Diluvialzeit (Diprotodon und Nototherium), welche weit größer als die größten, jetzt noch lebenden Marſupialien waren.

Syſtematiſche Ueberſicht
der Legionen, Ordnungen und Unterordnungen der Säugethiere.

I. Erſte Unterklaſſe der Säugethiere:
Gabler oder Kloakenthiere (Monotrema oder Ornithodelphia).
Säugethiere mit Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

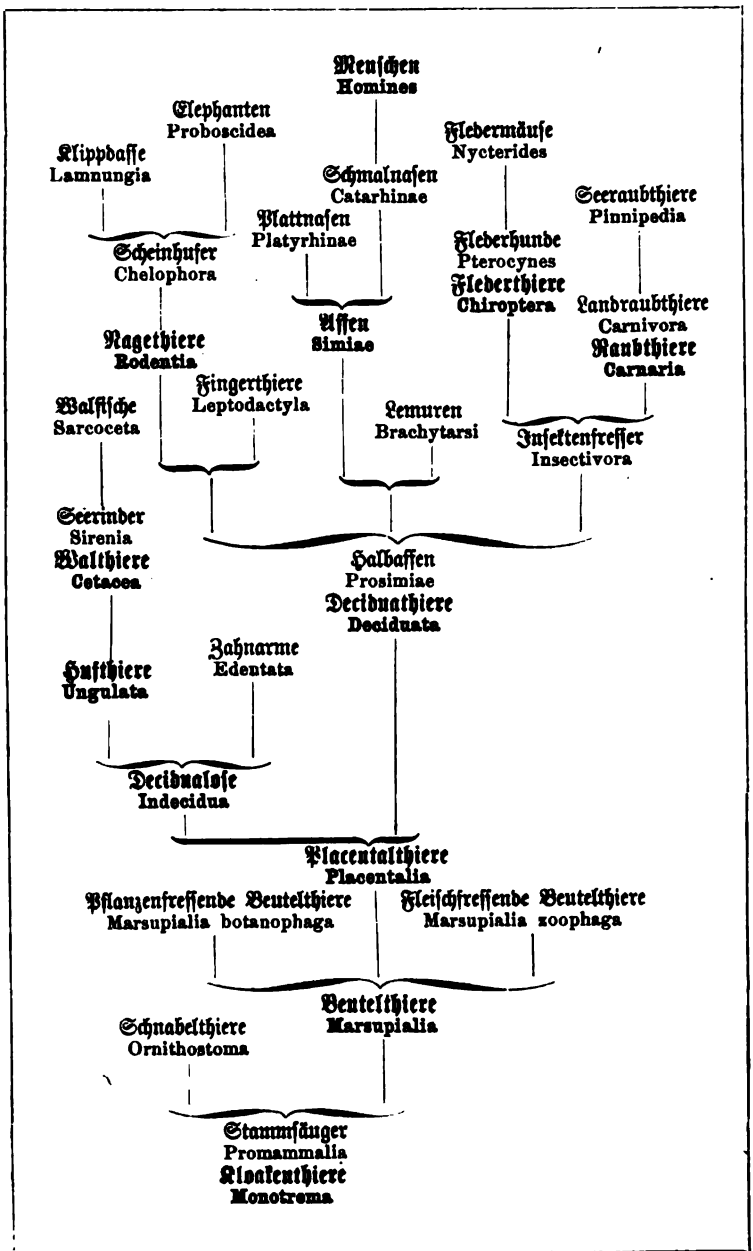
I. Stammſäuger (Promammalia)	Unbekannte ausgeſtorbene Säugethiere der Triaszeit		(Microlestes?) (Dromatherium?)
II. Schnabelthiere (Ornithostoma)	1. Waſſer-Schnabelthiere	1. Ornithorhynchida	1. Ornithorhynchus paradoxus
	2. Land-Schnabelthiere	2. Echidnida	2. Echidna hystrix

II. Zweite Unterklaſſe der Säugethiere:
Beutler oder Beutelthiere (Marsupialia oder Didelphia).
Säugethiere ohne Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

Legionen der Beutelthiere	Ordnungen der Beutelthiere	Syſtematiſcher Name der Ordnungen	Familien der Beutelthiere
III. Pflanzenfreſſende Beutelthiere (Botanophaga)	1. Huf-Beutelthiere (Hufbeutler)	1. Barypoda	1. Stereognathida 2. Nototherida 3. Diprotodontia
	2. Känguruh-Beutelthiere (Springbeutler)	2. Macropoda	4. Plagiaulacida 5. Halmaturida 6. Dendrolagida
	3. Wurzelfreſſende Beutelthiere (Nagebeutler)	3. Rhizophaga	7. Phascolomyida
	4. Früchtefreſſende Beutelthiere (Kletterbeutler)	4. Carpophaga	8. Phascolarctida 9. Phalangistida 10. Petaurida.
IV. Fleiſchfreſſende Beutelthiere (Zoophaga)	5. Inſektenfreſſende Beutelthiere (Urbeutler)	5. Cantharophaga	11. Thylacotherida 12. Spalacotherida 13. Myrmecobida 14. Peramelida
	6. Zahnarme Beutelthiere (Rüſſelbeutler)	6. Edentula	15. Tarsipedina
	7. Raub-Beutelthiere (Raubbeutler)	7. Creophaga	16. Dasyurida 17. Thylacinida 18. Thylacoleonida
	8. Affenfüßige Beutelthiere (Handbeutler)	8. Pedimana	19. Chironectida 20. Didelphyida

Diprotodon australis, deſſen Schädel allein drei Fuß lang iſt, übertraf das Flußpferd oder den Hippopotamus, dem es im Ganzen an ſchwerfälligem und plumpem Körperbau glich, noch an Größe. Man kann dieſe ausgeſtorbene Gruppe, welche wahrſcheinlich den rieſigen placentalen Hufthieren der Gegenwart, den Flußpferden und Rhinoceros, entſpricht, wohl als Hufbeutler (Barypoda) bezeichnen. Dieſen ſehr nahe ſteht die Ordnung der Känguruhs oder Springbeutler (Macropoda). Sie entſprechen durch die ſehr verkürzten Vorderbeine, die ſehr verlängerten Hinterbeine und den ſehr ſtarken Schwanz, der als Springſtange dient, den Springmäuſen unter den Nagethieren. Durch ihr Gebiß erinnern ſie dagegen an die Pferde, und durch ihre zuſammengeſetzte Magenbildung an die Wiederkäuer. Eine dritte Ordnung von pflanzenfreſſenden Beutelthieren entſpricht durch ihr Gebiß den Nagethieren und durch ihre unterirdiſche Lebensweiſe noch beſonders den Wühlmäuſen. Wir können dieſelben daher als Nagebeutler oder wurzelfreſſende Beutelthiere (Rhizophaga) bezeichnen. Sie ſind gegenwärtig nur noch durch das auſtraliſche Wombat (Phascolomys) vertreten. Eine vierte und letzte Ordnung von pflanzenfreſſenden Beutelthieren endlich bilden die Kletterbeutler oder früchtefreſſenden Beutelthiere (Carpophaga), welche in ihrer Lebensweiſe und Geſtalt theils den Eichhörnchen, theils den Affen entſprechen (Phalangista, Phascolarctus).

Die zweite Legion der Marſupialien, die fleiſchfreſſenden Beutelthiere (Zoophaga), zerfallen ebenfalls in vier Hauptgruppen oder Ordnungen. Die älteſte von dieſen iſt die der Urbeutler oder inſektenfreſſenden Beutelthiere (Cantharophaga). Zu dieſer gehören wahrſcheinlich die Stammformen der ganzen Legion, und vielleicht auch der ganzen Unterklaſſe. Wenigſtens gehören alle ſtonesfielder Unterkiefer (mit Ausnahme des erwähnten Stereognathus) inſektenfreſſenden Beutelthieren an, welche in dem jetzt noch lebenden Myrmecobius ihren nächſten Verwandten beſitzen. Doch war bei einem Theile jener oolithiſchen Urbeutler die Zahl der Zähne größer, als bei allen übrigen bekannten Säugethieren, indem jede Unterkiefer


Menſchen
Homines
Elephanten
Proboscidea
Fledermäuſe
Nycterides
Klippdaſſe
Lamnungia
Schmalnaſen
Catarhinae
Seeraubthiere
Pinnipedia
Plattnaſen
Platyrhinae
Scheinhufer
Chelophora
Flederhunde
Pterocynes
Flederthiere
Chiroptera
Landraubthiere
Carnivora
Affen
Simiae
Nagethiere
Rodentia
Raubthiere
Carnaria
Fingerthiere
Leptodactyla
Walfiſche
Sarcoceta
Lemuren
Brachytarsi
Inſektenfreſſer
Insectivora
Seerinder
Sirenia
Halbaffen
Prosimiae
Walthiere
Cetacea
Deciduathiere
Deciduata
Zahnarme
Edentata
Hufthiere
Ungulata
Decidualoſe
Indecidua
Placentalthiere
Placentalia
Pflanzenfreſſende Beutelthiere
Marsupialia botanophaga
Fleiſchfreſſende Beutelthiere
Marsupialia zoophaga
Beutelthiere
Marsupialia
Schnabelthiere
Ornithostoma
Stammſäuger
Promammalia
Kloakenthiere
Monotrema

ſtändig kennen, und die jetzt lebenden Marſupialien offenbar nur die letzten Reſte des früheren Formenreichthums darſtellen. Vielleicht haben ſich die Handbeutler, Raubbeutler und Rüſſelbeutler als drei divergente Aeſte aus der gemeinſamen Stammgruppe der Urbeutler entwickelt. In ähnlicher Weiſe ſind vielleicht andrerſeits die Nagebeutler, Springbeutler und Hufbeutler als drei auseinandergehende Zweige aus der gemeinſamen pflanzenfreſſenden Stammgruppe, den Kletterbeutlern hervorgegangen. Kletterbeutler aber und Urbeutler könnten zwei divergente Aeſte der gemeinſamen Stammformen aller Beutelthiere ſein, der Stammbeutler (Prodidelphia), welche während der älteren Sekundärzeit aus den Kloakenthieren entſtanden.

Die dritte und letzte Unterklaſſe der Säugethiere bilden die Placentalthiere oder Placentner (Monodelphia oder Placentalia). Sie iſt bei weitem die wichtigſte, umfangreichſte und vollkommenſte von den drei Unterklaſſen. Denn zu ihr gehören alle bekannten Säugethiere nach Ausſchluß der Beutelthiere und Schnabelthiere. Auch der Menſch gehört dieſer Unterklaſſe an und hat ſich aus niederen Stufen derſelben entwickelt.

Die Placentalthiere unterſcheiden ſich, wie ihr Name ſagt, von den übrigen Säugethieren vor Allem durch den Beſitz eines ſogenannten Mutterkuchens oder Aderkuchens (Placenta). Das iſt ein ſehr eigenthümliches und merkwürdiges Organ, welches bei der Ernährung des im Mutterleibe ſich entwickelnden Jungen eine höchſt wichtige Rolle ſpielt. Die Placenta oder der Mutterkuchen (auch Nachgeburt genannt) iſt ein weicher, ſchwammiger, rother Körper von ſehr verſchiedener Form und Größe, welcher zum größten Theile aus einem unentwirrbaren Geflecht von Adern oder Blutgefäßen beſteht. Seine Bedeutung beruht auf dem Stoffaustauſch des ernährenden Blutes zwiſchen dem mütterlichen Furchtbehälter oder Uterus und dem Leibe des Keimes oder Embryon (ſ. oben S. 266). Weder bei den Beutelthieren, noch bei den Schnabelthieren iſt dieſes höchſt wichtige Organ entwickelt. Von dieſen beiden Unterklaſſen unterſcheiden ſich aber auch außerdem die Placentalthiere noch durch manche andere

hälfte von Thylacotherium 16 Zähne enthielt (3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 6 falſche und 6 wahre Backzähne). Wenn in dem unbekannten Oberkiefer eben ſo viel Zähne ſaßen, ſo hatte Thylacotherium nicht weniger als 64 Zähne, gerade doppelt ſo viel als der Menſch. Die Urbeutler entſprechen im Ganzen den Inſektenfreſſern unter den Placentalthieren, zu denen Igel, Maulwurf und Spitzmaus gehören. Eine zweite Ordnung, die ſich wahrſcheinlich aus einem Zweige der erſteren entwickelt hat, ſind die Rüſſelbeutler oder zahnarmen Beutelthiere (Edentula), welche durch die rüſſelförmig verlängerte Schnauze, das verkümmerte Gebiß und die demſelben entſprechende Lebensweiſe an die Zahnarmen oder Edentaten unter den Placentalien, insbeſondere an die Ameiſenfreſſer, erinnern. Andrerſeits entſprechen die Raubbeutler oder Raubbeutelthiere (Creophaga) durch Lebensweiſe und Bildung des Gebiſſes den eigentlichen Raubthieren oder Carnivoren unter den Placentalthieren. Es gehören dahin der Beutelmarder (Dasyurus) und der Beutelwolf (Thylacinus) von Neuholland. Obwohl letzterer die Größe des Wolfes erreicht, iſt er doch ein Zwerg gegen die ausgeſtorbenen Beutellöwen Auſtraliens (Thylacoleo), welche mindeſtens von der Größe des Löwen waren und Reißzähne von mehr als zwei Zoll Länge beſaßen. Die achte und letzte Ordnung endlich bilden die Handbeutler oder die affenfüßigen Beutelthiere (Pedimana), welche ſowohl in Auſtralien als in Amerika leben. Sie finden ſich häufig in zoologiſchen Gärten, namentlich verſchiedene Arten der Gattung Didelphys, unter dem Namen der Beutelratten, Buſchratten oder Opoſſum bekannt. An ihren Hinterfüßen kann der Daumen unmittelbar den vier übrigen Zehen entgegengeſetzt werden, wie bei einer Hand, und ſie ſchließen ſich dadurch unmittelbar an die Halbaffen oder Proſimien unter den Placentalthieren an. Es wäre möglich, daß dieſe letzteren wirklich den Handbeutlern nächſtverwandt ſind und aus längſt ausgeſtorbenen Vorfahren derſelben ſich entwickelt haben.

Die Genealogie der Beutelthiere iſt ſehr ſchwierig zu errathen, vorzüglich deshalb, weil wir die ganze Unterklaſſe nur höchſt unvoll-

Theil der Placenta nicht jene eigenthümliche ſchwammige Haut, welche man als hinfällige Haut oder Decidua bezeichnet. Dieſe findet ſich ausſchließlich bei den ſieben höher ſtehenden Ordnungen der Placentalthiere, und wir können dieſe letzteren daher nach Huxley in der Hauptgruppe der Deciduathiere (Deciduata) vereinigen. Dieſen ſtehen die drei erſtgenannten Legionen als Decidualoſe (Indecidua) gegenüber.

Die Placenta unterſcheidet ſich bei den verſchiedenen Ordnungen der Placentalthiere aber nicht allein durch die wichtigen inneren Structurverſchiedenheiten, welche mit dem Mangel oder der Abweſenheit einer Decidua verbunden ſind, ſondern auch durch die äußere Form des Mutterkuchens ſelbſt. Bei den Indeciduen beſteht derſelbe meiſtens aus zahlreichen einzelnen, zerſtreuten Gefäßknöpfen oder Zotten, und man kann daher dieſe Gruppe auch als Zottenplacentner (Villiplacentalia) bezeichnen. Bei den Deciduaten dagegen ſind die einzelnen Gefäßzotten zu einem zuſammenhängenden Kuchen vereinigt, und dieſer erſcheint in zweierlei verſchiedener Geſtalt. In den einen nämlich umgiebt er den Embryo in Form eines geſchloſſenen Gürtels oder Ringes, ſo daß nur die beiden Pole der länglichrunden Eiblaſe von Zotten frei bleiben. Das iſt der Fall bei den Raubthieren (Carnaria) und den Scheinhufern (Chelophora), die man deshalb als Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) zuſammenfaſſen kann. In den anderen Deciduathieren dagegen, zu welchen auch der Menſch gehört, bildet die Placenta eine einfache runde Scheibe, und wir nennen ſie daher Scheibenplacentner (Discoplacentalia). Das ſind die fünf Ordnungen der Halbaffen, Nagethiere, Inſektenfreſſer, Fledermäuſe und Affen, von welchen letzteren auch der Menſch im zoologiſchen Syſteme nicht zu trennen iſt.

Daß die Placentalthiere erſt aus den Beutelthieren ſich entwickelt haben, darf auf Grund ihrer vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte als ganz ſicher angeſehen werden, und wahrſcheinlich fand dieſe höchſt wichtige Entwickelung, die erſte Entſtehung der Placenta, erſt im Beginn der Tertiärzeit, während der Eocen-Periode,

ſtatt. Dagegen gehört zu den ſchwierigſten Fragen der thieriſchen Genealogie die wichtige Unterſuchung, ob alle Placentalthiere aus einem oder aus mehreren getrennten Zweigen der Beutlergruppe entſtanden ſind, mit anderen Worten, ob die Entſtehung der Placenta einmal oder mehrmal ſtatt hatte. Als ich in meiner generellen Morphologie zum erſten Male den Stammbaum der Säugethiere zu begründen verſuchte, zog ich auch hier, wie meiſtens, die monophyletiſche oder einwurzelige Deſcendenzhypotheſe der polyphyletiſchen oder vielwurzeligen vor. Ich nahm an, daß alle Placentner von einer einzigen Beutelthierform abſtammten, die zum erſten Male eine Placenta zu bilden begann. Dann wären die Villiplacentalien, Zonoplacentalien und Discoplacentalien vielleicht als drei divergente Aeſte jener gemeinſamen placentalen Stammform aufzufaſſen, oder man könnte auch denken, daß die beiden letzteren, die Deciduaten, ſich erſt ſpäter aus den Indeciduen entwickelt hätten, die ihrerſeits unmittelbar aus den Beutlern entſtanden ſeien. Jedoch giebt es andrerſeits auch gewichtige Gründe für die andere Alternative, daß nämlich mehrere von Anfang verſchiedene Placentnergruppen aus mehreren verſchiedenen Beutlergruppen entſtanden ſeien, daß alſo die Placenta ſelbſt ſich mehrmals unabhängig von einander gebildet habe. Dies iſt unter anderen die Anſicht des ausgezeichnetſten engliſchen Zoologen, Huxley's. In dieſem Falle wären zunächſt als zwei ganz getrennte Gruppen die Indeciduen und Deciduaten aufzufaſſen. Von den Indeciduen wäre möglicherweiſe die Ordnung der Hufthiere, als die Stammgruppe, aus den pflanzenfreſſenden Hufbeutlern oder Barypoden entſtanden. Unter den Deciduaten dagegen würde vielleicht die Ordnung der Halbaffen, als gemeinſame Stammgruppe der übrigen Ordnungen, aus den Handbeutlern oder Pedimanen entſtanden ſein. Es wäre aber auch denkbar, daß die Deciduaten ſelbſt wieder aus mehreren verſchiedenen Beutler-Ordnungen entſtanden ſeien, die Raubthiere z. B. aus den Raubbeutlern, die Nagethiere aus den Nagebeutlern, die Halbaffen aus den Handbeutlern u. ſ. w. Da wir zur Zeit noch kein genügendes Erfahrungsmaterial beſitzen, um dieſe äußerſt ſchwierige

Frage zu lösen, so lassen wir dieselbe auf sich beruhen, und wenden uns zur Geschichte der verschiedenen Placentner-Ordnungen, deren Stammbaum sich im Einzelnen oft in großer Vollständigkeit feststellen läßt.

Die wichtigste und umfangreichste Gruppe unter den Deciduaslosen oder Zottenplacentnern bildet die Ordnung der Hufthiere (Ungulata), aus welcher sich die Ordnung der Walthiere wahrscheinlich erst später durch Anpassung an sehr verschiedene Lebensweise entwickelt hat. Ganz dunkel ist gegenwärtig noch der Ursprung der Zahnarmen oder Edentaten.

Die Hufthiere gehören in vieler Beziehung zu den wichtigsten und interessantesten Säugethieren. Sie zeigen deutlich, wie uns das wahre Verständniß der natürlichen Verwandtschaft der Thiere niemals allein aus dem Studium der noch lebenden Formen, sondern stets nur durch gleichmäßige Berücksichtigung ihrer ausgestorbenen und versteinerten Blutsverwandten und Vorfahren erschlossen werden kann. Wenn man in herkömmlicher Weise allein die lebenden Hufthiere berücksichtigt, so erscheint es ganz naturgemäß, dieselben in drei gänzlich verschiedene Ordnungen einzutheilen, nämlich 1. die Pferde oder Einhufer (Solidungula oder Equina); 2. die Wiederkäuer oder Zweihufer (Bisulca oder Ruminantia); und 3. die Dickhäuter oder Vielhufer (Multungula oder Pachyderma). Sobald man aber die ausgestorbenen Hufthiere der Tertiärzeit mit in Betracht zieht, von denen wir sehr zahlreiche und wichtige Reste besitzen, so zeigt sich bald, daß jene Eintheilung, namentlich aber die Begrenzung der Dickhäuter, eine ganz künstliche ist, und daß diese drei Gruppen nur abgeschnittene Aeste des Hufthierstammbaums sind, welche durch ausgestorbene Zwischenformen auf das engste zusammenhängen. Die eine Hälfte der Dickhäuter, Nashorn, Tapir und Paläotherien zeigen sich auf das nächste mit den Pferden verwandt, und besitzen gleich diesen unpaarzehige Füße. Die andere Hälfte der Dickhäuter dagegen, Schweine, Flußpferde und Anoplotherien, sind durch ihre paarzehigen Füße viel enger mit den Wiederkäuern, als mit jenen ersteren ver-

bunden. Wir müſſen daher zunächſt als zwei natürliche Hauptgruppen unter den Hufthieren die beiden Ordnungen der Paarhufer und der Unpaarhufer unterſcheiden, welche ſich als zwei divergente Aeſte aus der alttertiären Stammgruppe der Stammhufer oder Prochelen entwickelt haben.

Die Ordnung der Unpaarhufer (Perissodactyla) umfaßt diejenigen Ungulaten, bei denen die mittlere (oder dritte) Zehe des Fußes viel ſtärker als die übrigen entwickelt iſt, ſo daß ſie die eigentliche Mitte des Hufes bildet. Es gehört hierher zunächſt die uralte gemeinſame Stammgruppe aller Hufthiere, die Stammhufer (Prochela), welche ſchon in den älteſten eocenen Schichten verſteinert vorkommen (Lophiodon, Coryphoden, Pliolophus). An dieſe ſchließt ſich unmittelbar derjenige Zweig derſelben an, welcher die eigentliche Stammform der Unpaarhufer iſt, die Paläotherien, welche foſſil im oberen Eocen und unteren Miocen vorkommen. Aus den Paläotherien haben ſich ſpäter als zwei divergente Zweige einerſeits die Nashörner (Nasicornia) und Nashornpferde (Elasmotherida), andrerſeits die Tapire, Lamatapire und Urpferde entwickelt. Die längſt ausgeſtorbenen Urpferde oder Anchitherien vermittelten den Uebergang von den Paläotherien und Tapiren zu den Mittelpferden oder Hipparionen, die den noch lebenden echten Pferden ſchon ganz nahe ſtehen.

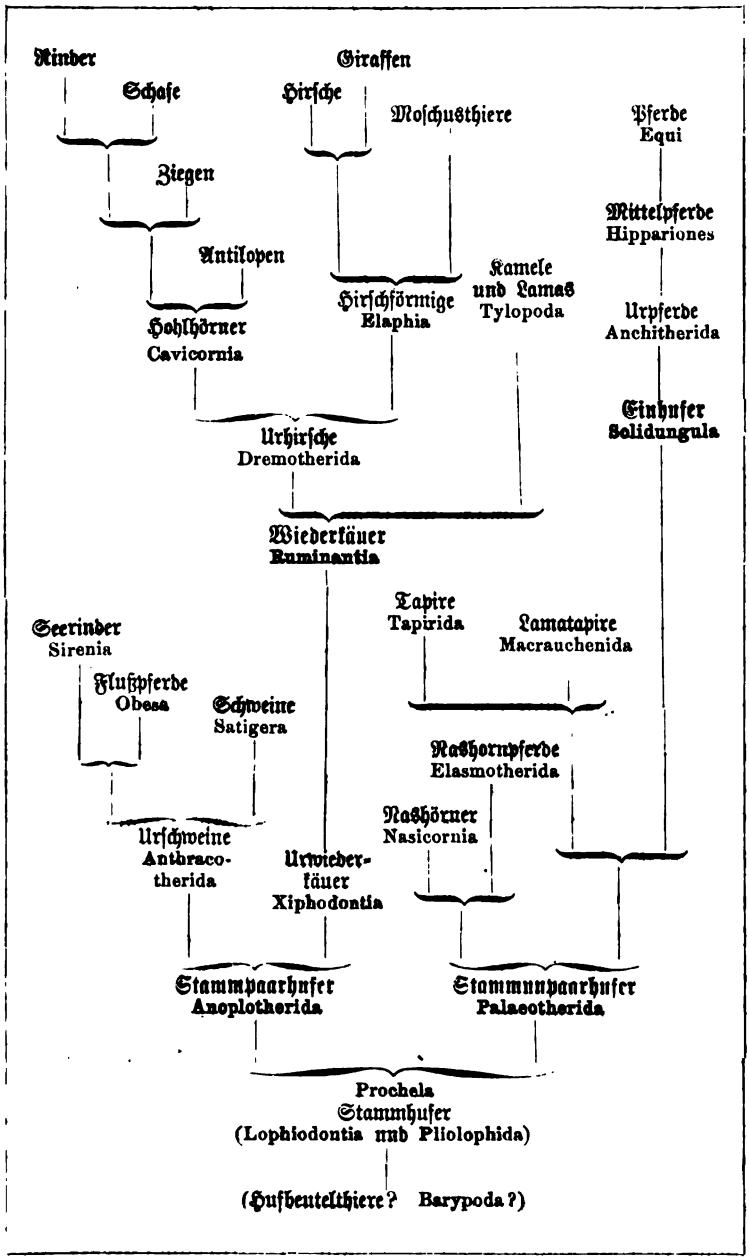
Die zweite Hauptgruppe der Hufthiere, die Ordnung der Paarhufer (Artiodactyla) enthält diejenigen Hufthiere, bei denen die mittlere (dritte) und die vierte Zehe des Fußes nahezu gleich ſtark entwickelt ſind, ſo daß die Theilungsebene zwiſchen Beiden die Mitte des ganzen Fußes bildet. Sie zerfällt in die beiden Unterordnungen der Schweineförmigen und der Wiederkäuer. Zu den Schweineförmigen (Choeromorpha) gehört zunächſt der andere Zweig der Stammhufer, die Anoplotherien, welche wir als die gemeinſame Stammform aller Paarhufer oder Artiodactylen betrachten (Dichobune etc.). Aus den Anoplotheriden entſprangen als zwei divergente Zweige einerſeits die Urſchweine oder Anthrakotherien, welche zu den Schweinen

Syſtematiſche Ueberſicht

der Sectionen und Familien der Hufthiere oder Ungulaten.

(N.B. Die ausgeſtorbenen Familien ſind durch ein † bezeichnet.)

Ordnungen der Hufthiere	Sektionen der Hufthiere		Familien der Hufthiere	Syſtematiſcher Name der Familien
I. Unpaarzehige Hufthiere **Ungulata perissodactyla**	I. Stammhufer † *Prochela*		1. Lophiodonten	1. Lophiodontia †
			2. Pliolophiden	2. Pliolophida †
	II. Tapirförmige *Tapiromorpha*		3. Stammunpaarhufer	3. Palaeotherida †
			4. Lamatapire	4. Macrauchenida †
			5. Tapire	5. Tapirida
			6. Nashörner	6. Nasicornia
			7. Nashornpferde	7. Elasmotherida †
	III. Einhufer *Solidungula*		8. Urpferde	8. Anchitherida †
			9. Pferde	9. Equina
II. Paarzehige Hufthiere **Ungulata artiodactyla**	IV. Schweineförmige *Choeromorpha*		10. Stammpaarhufer	10. Anoplotherida †
			11. Urſchweine	11. Anthracotherida †
			12. Schweine	12. Setigera
			13. Flußpferde	13. Obesa
			14. Urwiederkäuer	14. Xiphodontia †
	V. Wiederkäuer *Ruminantia*	A. Hirſchförmige *Elaphia* a.	15. Urhirſche	15. Dremotherida †
			16. Scheinmoſchusthiere	16. Tragulida
		b.	17. Moſchusthiere	17. Moschida
			18. Hirſche	18. Cervina
		c.	19. Urgiraffen	19. Sivatherida †
			20. Giraffen	20. Devexa
		B. Hohlhörner *Cavicornia* d.	21. Urgazellen	21. Antilocaprina †
			22. Gazellen	22. Antilopina
		e.	23. Ziegen	23. Caprina
			24. Schafe	24. Ovina
			25. Rinder	25. Bovina
		C. Schwielenfüßer *Tylopoda*	26. Lamas	26. Auchenida
			27. Kamele	27. Camelida


Rinder
Schafe
Giraffen
Hirsche
Moschusthiere
Pferde
Equi
Ziegen
Mittelpferde
Hipparionen
Antilopen
Kamele
und Lamas
Tylopoda
Hirschförmige
Elaphia
Urpferde
Anchitherida
Hohlhörner
Cavicornia
Einhufer
Solidungula
Urhirsche
Dremotherida
Wiederkäuer
Ruminantia
Tapire
Tapirida
Seerinder
Sirenia
Lamatapire
Macrauchenida
Flußpferde
Obesa
Schweine
Satigera
Nashornpferde
Elasmotherida
Nashörner
Nasicornia
Urschweine
Anthraco-
therida
Urwieder-
käuer
Xiphodontia
Stammpaarhufer
Anoplotherida
Stammunpaarhufer
Palaeotherida
Prochela
Stammhufer
(Lophiodontia und Pliolophida)
(Hufbeutelthiere? Barypoda?)

und Flußpferden, andrerſeits die Xiphodonten, welche zu den Wiederkäuern hinüberführten. Die älteſten Wiederkäuer (Ruminantia) ſind die Urhirſche oder Dremotherien, aus denen vielleicht als drei divergente Zweige die Hirſchförmigen (Elaphia), die Hohlhörnigen (Cavicornia) und die Kamele (Tylopoda) ſich entwickelt haben. Doch ſind die letzteren in mancher Beziehung mehr den Unpaarhufern als den echten Paarhufern verwandt. Wie ſich die zahlreichen Familien der Hufthiere dieſer genealogiſchen Hypotheſe entſprechend gruppiren, zeigt Ihnen vorſtehende ſyſtematiſche Ueberſicht (S. 554).

Aus Hufthieren, welche ſich an das ausſchließliche Leben im Waſſer gewöhnten, und dadurch fiſchähnlich umbildeten, iſt wahrſcheinlich die merkwürdige Legion der Walthiere (Cetacea) entſprungen. Obwohl dieſe Thiere äußerlich manchen echten Fiſchen ſehr ähnlich erſcheinen, ſind ſie dennoch, wie ſchon Ariſtoteles erkannte, echte Säugethiere. Durch ihren geſammten inneren Bau, ſofern derſelbe nicht durch Anpaſſung an das Waſſerleben verändert iſt, ſtehen ſie den Hufthieren von allen übrigen bekannten Säugethieren am nächſten, und theilen namentlich mit ihnen den Mangel der Decidua und die zottenförmige Placenta. Noch heute bildet das Flußpferd (Hippopotamus) eine Art von Uebergangsform zu den Seerindern (Sirenia), und es iſt demnach das wahrſcheinlichſte, daß die ausgeſtorbenen Stammformen der Cetaceen den heutigen Seerindern am nächſten ſtanden, und ſich aus Paarhufern entwickelten, welche dem Flußpferd verwandt waren. Aus der Ordnung der pflanzenfreſſenden Walthiere (Phycoceta), zu welcher die Seerinder gehören, und welche demnach wahrſcheinlich die Stammformen der Legion enthält, ſcheint ſich ſpäterhin die andere Ordnung der fleiſchfreſſenden Walthiere (Sarcoceta) entwickelt zu haben. Doch nimmt Huxley an, daß dieſe letzteren ganz anderen Urſprungs und aus den Raubthieren (zunächſt aus den Pinnipedien) entſtanden ſeien. Als Uebergangsformen zwiſchen Beiden betrachtet derſelbe die ausgeſtorbenen rieſigen Zeuglodonten (Zeugloceta), deren foſſile Skelete vor einiger Zeit als angebliche „Seeſchlangen" (Hydrarchus) großes Auf-

ſehen erregten. Aus dieſen ſollen erſt ſpäter die eigentlichen Walfiſche (Autoceta) entſtanden ſein, zu denen außer den coloſſen Bartenwalen auch die Potwale, Delphine, Narwale, Seeſchweine u. ſ. w. gehören.

Die dritte und letzte Legion der Indeciduen oder Sparſiplacentalien bildet die ſeltſame Gruppe der Zahnarmen (Edentata). Sie iſt aus den beiden, wahrſcheinlich nicht nahe verwandten Ordnungen der Scharrthiere und der Faulthiere zuſammengeſetzt. Die Ordnung der Scharrthiere (Effodientia) beſteht aus den beiden Unterordnungen der Ameiſenfreſſer (Vermilinguia), zu denen auch die Schuppenthiere gehören, und der Gürtelthiere (Cingulata), die früher durch die rieſigen Glyptodonten vertreten waren. Die Ordnung der Faulthiere (Tardigrada) beſteht aus den beiden Unterordnungen der kleinen jetzt noch lebenden Zwergfaulthiere (Bradypoda) und der ausgeſtorbenen ſchwerfälligen Rieſenfaulthiere (Gravigrada). Die ungeheuren verſteinerten Reſte dieſer coloſſalen Pflanzenfreſſer deuten darauf hin, daß die ganze Legion im Ausſterben begriffen und die heutigen Zahnarmen nur ein dürftiger Reſt von den gewaltigen Edentaten der Diluvialzeit ſind. Die nahen Beziehungen der noch heute lebenden Edentaten Südamerikas zu den ausgeſtorbenen Rieſenformen, die ſich neben jenen in demſelben Erdtheil finden, machten auf Darwin bei ſeinem erſten Beſuche Südamerikas einen ſolchen Eindruck, daß ſie ſchon damals den Grundgedanken der Deſcendenztheorie in ihm anregten (ſ. oben S. 119). Uebrigens iſt die Genealogie gerade dieſer Legion ſehr ſchwierig. Die Faulthiere ſind nach neueren Unterſuchungen Discoplacentalien, und den Halbaffen nächſt verwandt.

Wir verlaſſen nun die erſte Hauptgruppe der Placentner, die Decidualoſen, und wenden uns zur zweiten Hauptgruppe, den Deciduathieren (Deciduata), welche ſich von jenen ſo weſentlich durch den Beſitz einer hinfälligen Haut oder Decidua während des Embryolebens unterſcheiden. Hier begegnen wir zuerſt einer ſehr merkwürdigen kleinen Thiergruppe, welche zum größten Theile ausgeſtorben iſt, und zu welcher wahrſcheinlich die alttertiären (oder

eocenen) Vorfahren des Menschen gehört haben. Das sind die Halbaffen oder Lemuren (Prosimiae). Diese sonderbaren Thiere sind wahrscheinlich wenig veränderte Nachkommen von der uralten Placentnergruppe, die wir als die gemeinsame Stammform aller Deciduathiere zu betrachten haben. Sie wurden bisher mit den Affen in einer und derselben Ordnung, die Blumenbach als Vierhänder (Quadrumana) bezeichnete, vereinigt. Indessen trenne ich sie von diesen gänzlich, nicht allein deshalb, weil sie von allen Affen viel mehr abweichen, als die verschiedensten Affen von einander, sondern auch, weil sie die interessantesten Uebergangsformen zu den übrigen Ordnungen der Deciduaten enthalten. Ich schließe daraus, daß die wenigen jetzt noch lebenden Halbaffen, welche überdies unter sich sehr verschieden sind, die letzten überlebenden Reste von einer fast ausgestorbenen, einstmals formenreichen Stammgruppe darstellen, aus welcher sich alle übrigen Deciduaten (vielleicht mit der einzigen Ausnahme der Raubthiere und der Scheinhufer) als divergente Zweige entwickelt haben. Die alte Stammgruppe der Halbaffen selbst hat sich vermuthlich aus den Handbeutlern oder affenfüßigen Beutelthieren (Pedimana) entwickelt, welche in der Umbildung ihrer Hinterfüße zu einer Greifhand ihnen auffallend gleichen. Die uralten (wahrscheinlich in der Eocen-Periode entstandenen) Stammformen selbst sind natürlich längst ausgestorben, ebenso die allermeisten Uebergangsformen zwischen denselben und den übrigen Deciduaten-Ordnungen. Aber einzelne Reste der letzteren haben sich in den noch heute lebenden Halbaffen erhalten. Unter diesen bildet das merkwürdige Fingerthier von Madagaskar (Chiromys madagascariensis) den Rest der Leptodactylen-Gruppe und den Uebergang zu den Nagethieren. Der seltsame Pelzflatterer der Südsee-Inseln und Sunda-Inseln (Galeopithecus), das einzige Ueberbleibsel der Ptenopleuren-Gruppe, ist eine vollkommene Zwischenstufe zwischen den Halbaffen und Flederthieren. Die Langfüßer (Tarsius, Otolicnus) bilden den letzten Rest desjenigen Stammzweiges (Macrotarsi), aus dem sich die Insektenfresser entwickelten. Die Kurzfüßer endlich (Bra-

chytarsi) vermitteln den Anſchluß an die echten Affen. Zu den Kurzfüßern gehören die langſchwänzigen Maki (Lemur), und die kurzſchwänzigen Indri (Lichanotus) und Lori (Stenops), von denen namentlich die letzteren ſich den vermuthlichen Vorfahren des Menſchen unter den Halbaffen ſehr nahe anzuſchließen ſcheinen. Sowohl die Kurzfüßer als die Langfüßer leben weit zerſtreut auf den Inſeln des ſüdlichen Aſiens und Afrikas, namentlich auf Madagaskar, einige auch auf dem afrikaniſchen Feſtlande. Kein Halbaffe iſt bisher lebend oder foſſil in Amerika gefunden. Alle führen eine einſame, nächtliche Lebensweiſe und klettern auf Bäumen umher (vergl. S. 321).

Unter den ſechs übrigen Deciduaten-Ordnungen, welche wahrſcheinlich alle von längſt ausgeſtorbenen Halbaffen abſtammen, iſt auf der niedrigſten Stufe die formenreiche Ordnung der Nagethiere (Rodentia) ſtehen geblieben. Unter dieſen ſtehen die Eichhornartigen (Sciuromorpha) den Fingerthieren am nächſten. Aus dieſer Stammgruppe haben ſich wahrſcheinlich als zwei divergente Zweige die Mäuſeartigen (Myomorpha) und die Stachelſchweinartigen (Hystrichomorpha) entwickelt, von denen jene durch eocene Myoxiden, dieſe durch eocene Pſammoryctiden unmittelbar mit den Eichhornartigen zuſammenhängen. Die vierte Unterordnung, die Haſenartigen (Lagomorpha), haben ſich wohl erſt ſpäter aus einer von jenen drei Unterordnungen entwickelt.

An die Nagethiere ſchließt ſich ſehr eng die merkwürdige Ordnung der Scheinhufer (Chelophora) an. Von dieſen leben heutzutage nur noch zwei, in Aſien und Afrika einheimiſche Gattungen, nämlich die Elephanten (Elephas) und die Klippdaſſe (Hyrax). Beide wurden bisher gewöhnlich zu den echten Hufthieren oder Ungulaten geſtellt, mit denen ſie in der Hufbildung der Füße übereinſtimmen. Allein eine gleiche Umbildung der urſprünglichen Nägel oder Krallen zu Hufen findet ſich auch bei echten Nagethieren, und gerade unter dieſen Hufnagethieren (Subungulata), welche ausſchließlich Südamerika bewohnen, finden ſich neben kleineren Thieren (z. B. Meerſchweinchen und Goldhaſen) auch die größten aller Nagethiere,

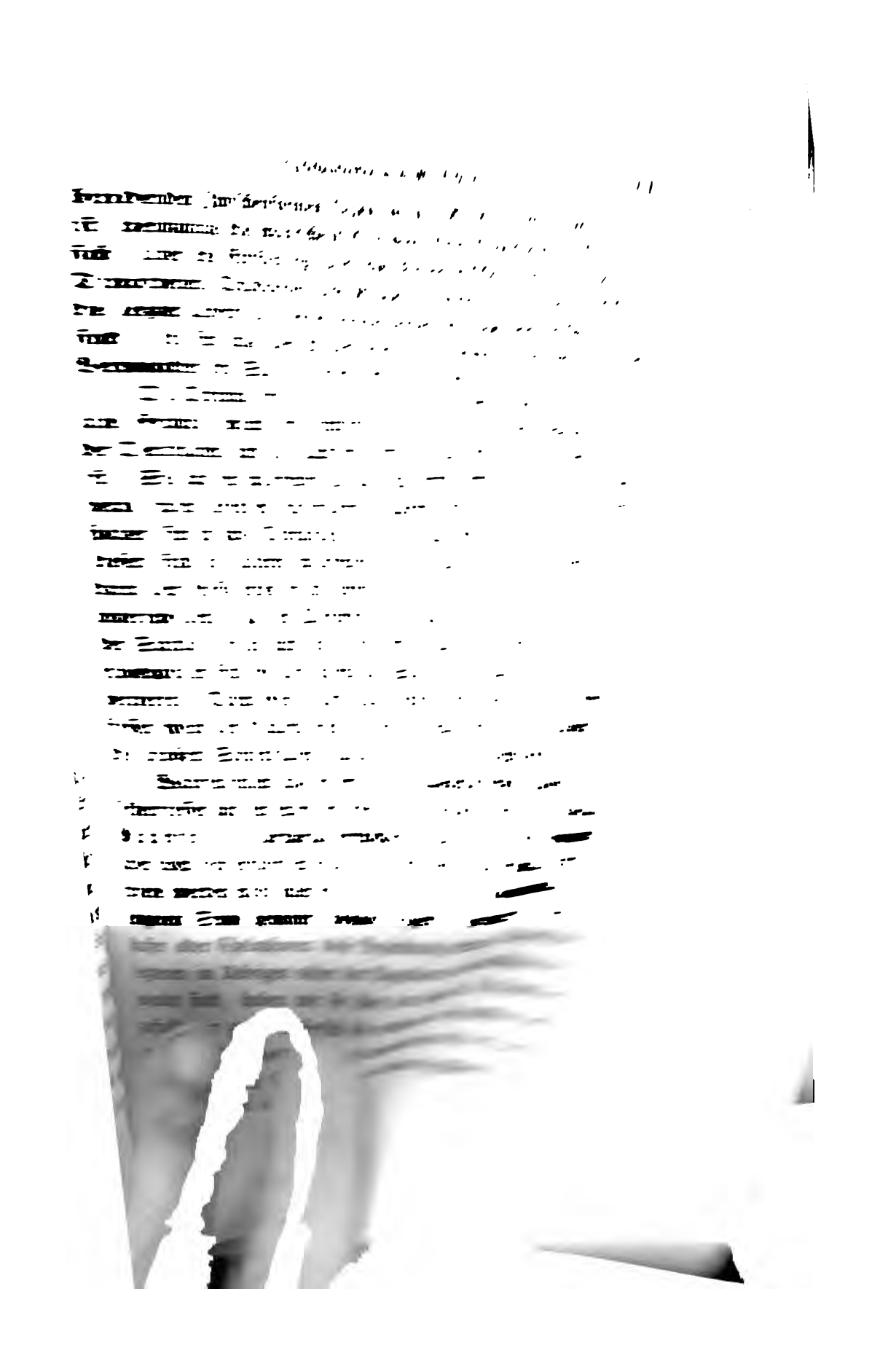
die gegen vier Fuß langen Waſſerſchweine (Hydrochoerus capybara). Die Klippdaſſe, welche auch äußerlich den Nagethieren, namentlich den Hufnagern ſehr ähnlich ſind, wurden bereits früher von einigen berühmten Zoologen als eine beſondere Unterordnung (Lamnungia) wirklich zu den Nagethieren geſtellt. Dagegen betrachtete man die Elephanten, falls man ſie nicht zu den Hufthieren rechnete, gewöhnlich als Vertreter einer beſonderen Ordnung, welche man Rüſſelthiere (Proboscidea) nannte. Nun ſtimmen aber die Elephanten und Klippdaſſe merkwürdig in der Bildung ihrer Placenta überein, und entfernen ſich dadurch jedenfalls gänzlich von den Hufthieren. Dieſe letzteren beſitzen niemals eine Decidua, während Elephant und Hyrax echte Deciduaten ſind. Allerdings iſt die Placenta derſelben nicht ſcheibenförmig, ſondern gürtelförmig, wie bei den Raubthieren. Allein es iſt leicht möglich, daß ſich die gürtelförmige Placenta erſt ſekundär aus der ſcheibenförmigen entwickelt hat. In dieſem Falle könnte man daran denken, daß die Scheinhufer aus einem Zweige der Nagethiere, und ähnlich vielleicht die Raubthiere aus einem Zweige der Inſektenfreſſer ſich entwickelt haben. Jedenfalls ſtehen die Elephanten und die Klippdaſſe auch in anderen Beziehungen, namentlich in der Bildung wichtiger Skelettheile, der Gliedmaßen u. ſ. w., den Nagethieren, und namentlich den Hufnagern, näher als den echten Hufthieren. Dazu kommt noch, daß mehrere ausgeſtorbene Formen, namentlich die merkwürdigen ſüdamerikaniſchen Pfeilzähner (Toxodontia) in mancher Beziehung zwiſchen Elephanten und Nagethieren in der Mitte ſtehen. Das die noch jetzt lebenden Elephanten und Klippdaſſe nur die letzten Ausläufer von einer einſtmals formenreichen Gruppe von Scheinhufern ſind, wird nicht allein durch die ſehr zahlreichen verſteinerten Arten von Elephant und Maſtodon bewieſen (unter denen manche noch größer, manche aber auch viel kleiner, als die jetzt lebenden Elephanten ſind), ſondern auch durch die merkwürdigen miocenen Dinotherien (Gonyognatha), zwiſchen denen und den nächſtverwandten Elephanten noch eine lange Reihe von unbekannten ver-

bindenden Zwischenformen liegen muß. Alles zusammengenommen ist heutzutage die wahrscheinlichste von allen Hypothesen, die man sich über die Entstehung und die Verwandtschaft der Elephanten, Dinotherien, Toxodonten und Klippdasse bilden kann, daß dieselben die letzten Ueberbleibsel einer formenreichen Gruppe von Scheinhufern sind, die sich aus den Nagethieren, und zwar wahrscheinlich aus Verwandten der Subungulaten, entwickelt hatte.

Die Ordnung der Insektenfresser (Insectivora) ist eine sehr alte Gruppe, welche der gemeinsamen ausgestorbenen Stammform der Deciduaten, und also auch den heutigen Halbaffen, nächstverwandt ist. Sie hat sich wahrscheinlich aus Halbaffen entwickelt, welche den heute noch lebenden Langfüßern (Macrotarsi) nahe standen. Sie spaltet sich in zwei Ordnungen, Menotyphla und Lipotyphla. Von diesen sind die älteren wahrscheinlich die Menotyphlen, welche sich durch den Besitz eines Blinddarms oder Typhlon von den Lipotyphlen unterscheiden. Zu den Menotyphlen gehören die kletternden Tupajas der Sunda-Inseln und die springenden Makroscelides Afrikas. Die Lipotyphlen sind bei uns durch die Spitzmäuse, Maulwürfe und Igel vertreten. Durch Gebiß und Lebensweise schließen sich die Insektenfresser mehr den Raubthieren, durch die scheibenförmige Placenta und die großen Samenblasen dagegen mehr den Nagethieren an.

Wahrscheinlich aus einem längst ausgestorbenen Zweige der Insektenfresser hat sich schon im Beginn der Eocen-Zeit die Ordnung der Raubthiere (Carnaria) entwickelt. Das ist eine sehr formenreiche, aber doch sehr einheitlich organisirte und natürliche Gruppe. Die Raubthiere werden wohl auch Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) im engeren Sinne genannt, obwohl eigentlich gleicherweise die Scheinhufer oder Chelophoren diese Bezeichnung verdienen. Da aber diese letzteren im Uebrigen näher den Nagethieren als den Raubthieren verwandt sind, haben wir sie schon dort besprochen. Die Raubthiere zerfallen in zwei, äußerlich sehr verschiedene, aber innerlich nächstverwandte Unterordnungen, die Landraubthiere und die Seeraubthiere. Zu den Landraubthieren (Carnivora) gehören die Bä-

die gegen vier Fuß langen Waſſerſchweine (Hydrochoerus capybara). Die Klippdaſſe, welche auch äußerlich den Nagethieren, namentlich den Hufnagern ſehr ähnlich ſind, wurden bereits früher von einigen berühmten Zoologen als eine beſondere Unterordnung (Lamnungia) wirklich zu den Nagethieren geſtellt. Dagegen betrachtete man die Elephanten, falls man ſie nicht zu den Hufthieren rechnete, gewöhnlich als Vertreter einer beſonderen Ordnung, welche man Rüſſelthiere (Proboscidea) nannte. Nun ſtimmen aber die Elephanten und Klippdaſſe merkwürdig in der Bildung ihrer Placenta überein, und entfernen ſich dadurch jedenfalls gänzlich von den Hufthieren. Dieſe letzteren beſitzen niemals eine Decidua, während Elephant und Hyrax echte Deciduaten ſind. Allerdings iſt die Placenta derſelben nicht ſcheibenförmig, ſondern gürtelförmig, wie bei den Raubthieren. Allein es iſt leicht möglich, daß ſich die gürtelförmige Placenta erſt ſekundär aus der ſcheibenförmigen entwickelt hat. In dieſem Falle könnte man daran denken, daß die Scheinhufer aus einem Zweige der Nagethiere, und ähnlich vielleicht die Raubthiere aus einem Zweige der Inſektenfreſſer ſich entwickelt haben. Jedenfalls ſtehen die Elephanten und die Klippdaſſe auch in anderen Beziehungen, namentlich in der Bildung wichtiger Skelettheile, der Gliedmaßen u. ſ. w., den Nagethieren, und namentlich den Hufnagern, näher als den echten Hufthieren. Dazu kommt noch, daß mehrere ausgeſtorbene Formen, namentlich die merkwürdigen ſüdamerikaniſchen Pfeilzähner (Toxodontia) in mancher Beziehung zwiſchen Elephanten und Nagethieren in der Mitte ſtehen. Das die noch jetzt lebenden Elephanten und Klippdaſſe nur die letzten Ausläufer von einer einſtmals formenreichen Gruppe von Scheinhufern ſind, wird nicht allein durch die ſehr zahlreichen verſteinerten Arten von Elephant und Maſtodon bewieſen (unter denen manche noch größer, manche aber auch viel kleiner, als die jetzt lebenden Elephanten ſind), ſondern auch durch die merkwürdigen [illegible] notherien (Gonyognatha), zwiſch[illegible] wandten Elephanten noch eine lan[illegible]



ren, Hunde, Katzen u. ſ. w., deren Stammbaum ſich mit Hülfe vieler ausgeſtorbener Zwiſchenformen annähernd errathen läßt. Zu den Seeraubthieren oder Robben (Pinnipedia) gehören die Seebären, Seehunde, Seelöwen, und als eigenthümlich angepaßte Seitenlinie die Walroſſe oder Walrobben. Obwohl die Seeraubthiere äußerlich den Landraubthieren ſehr unähnlich erſcheinen, ſind ſie denſelben dennoch durch ihren inneren Bau, ihr Gebiß und ihre eigenthümliche, gürtelförmige Placenta nächſt verwandt und offenbar aus einem Zweige derſelben, vermuthlich den Marderartigen (Mustelina) hervorgegangen. Noch heute bilden unter den letzteren die Fiſchottern (Lutra) und noch mehr die Seeottern (Enhydris) eine unmittelbare Uebergangsform zu den Robben, und zeigen uns deutlich, wie der Körper der Landraubthiere durch Anpaſſung an das Leben im Waſſer robbenähnlich umgebildet wird, und wie aus den Gangbeinen der erſteren die Ruderfloſſen der Seeraubthiere entſtanden ſind. Die letzteren verhalten ſich demnach zu den erſteren ganz ähnlich, wie unter den Indeciduen die Walthiere zu den Hufthieren. In gleicher Weiſe wie das Flußpferd noch heute zwiſchen den extremen Zweigen der Rinder und der Seerinder in der Mitte ſteht, bildet die Seeotter noch heute eine übriggebliebene Zwiſchenſtufe zwiſchen den weit entfernten Zweigen der Hunde und der Seehunde. Hier wie dort hat die gänzliche Umgeſtaltung der äußeren Körperform, welche durch Anpaſſung an ganz verſchiedene Lebensbedingungen bewirkt wurde, die tiefe Grundlage der erblichen inneren Eigenthümlichkeiten nicht zu verwiſchen vermocht.

Nach der vorher erwähnten Anſicht von Huxley würden übrigens bloß die pflanzenfreſſenden Walthiere (Sirenia) von den Hufthieren abſtammen, die fleiſchfreſſenden Cetaceen (Sarcoceta) dagegen von den Seeraubthieren; zwiſchen den beiden letzteren ſollen die Zeuglodonten einen Uebergang herſtellen. In dieſem Falle würde aber die ſehr nahe anatomiſche Verwandtſchaft zwiſchen den pflanzenfreſſenden und fleiſchfreſſenden Cetaceen ſchwer zu begreifen ſein. Die ſonderbaren Eigenthümlichkeiten, durch welche ſich beide Gruppen von den übri-

gen Säugethieren im inneren und äußeren Bau so auffallend unterscheiden, würden dann bloß als Analogien (durch gleichartige Anpassung bedingt), nicht als Homologien (von einer gemeinsamen Stammform vererbt) aufzufassen sein. Das letztere kommt mir aber wahrscheinlicher vor, und daher habe ich auch alle Cetaceen als eine stammverwandte Gruppe unter den Decidualosen stehen lassen.

Ebenso wie die Raubthiere, steht den Insektenfressern sehr nahe die merkwürdige Ordnung der fliegenden Säugethiere oder Flederthiere (Chiroptera). Sie hat sich durch Anpassung an fliegende Lebensweise in ähnlicher Weise auffallend umgebildet, wie die Seeraubthiere durch Anpassung an schwimmende Lebensweise. Wahrscheinlich hat auch diese Ordnung ihre Wurzel in den Halbaffen, mit denen sie noch heute durch die Pelzflatterer (Galeopithecus) eng verbunden ist. Von den beiden Unterordnungen der Flederthiere haben sich wahrscheinlich die insektenfressenden oder Fledermäuse (Nycterides) erst später aus den früchtefressenden oder Flederhunden (Pterocynes) entwickelt; denn die letzteren stehen in mancher Beziehung den Halbaffen noch näher als die ersteren.

Als letzte Säugethierordnung hätten wir nun endlich noch die echten Affen (Simiae) zu besprechen. Da aber im zoologischen Systeme zu dieser Ordnung auch das Menschengeschlecht gehört, und da dasselbe sich aus einem Zweige dieser Ordnung ohne allen Zweifel historisch entwickelt hat, so wollen wir die genauere Untersuchung ihres Stammbaumes und ihrer Geschichte einem besonderen Vortrage vorbehalten.

Zweiundzwanzigster Vortrag.

Urſprung und Stammbaum des Menſchen.

Die Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen. Unermeßliche Bedeutung und logiſche Nothwendigkeit derſelben. Stellung des Menſchen im natürlichen Syſtem der Thiere, insbeſondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menſchen in der Ordnung der Affen. Schmalnaſen (Affen der alten Welt) und Plattnaſen (amerikaniſche Affen). Unterſchiede beider Gruppen. Entſtehung des Menſchen aus Schmalnaſen. Menſchenaffen oder Anthropoiden. Afrikaniſche Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe). Aſiatiſche Menſchenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verſchiedenen Menſchenaffen und der verſchiedenen Menſchenraſſen. Ueberſicht der Ahnenreihe des Menſchen. Wirbelloſe Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Meine Herren! Von allen einzelnen Fragen, welche durch die Abſtammungslehre beantwortet werden, von allen beſonderen Folgerungen, die wir aus derſelben ziehen müſſen, iſt keine einzige von ſolcher Bedeutung, als die Anwendung dieſer Lehre auf den Menſchen ſelbſt. Wie ich ſchon im Beginn dieſer Vorträge (S. 6) hervorgehoben habe, müſſen wir aus dem allgemeinen Inductionsgeſetze der Deſcendenztheorie mit der unerbittlichen Nothwendigkeit ſtrengſter Logik den beſonderen Deductionsſchluß ziehen, daß der Menſch ſich aus niederen Wirbelthieren, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren allmählich und ſchrittweiſe entwickelt hat. Daß dieſe Lehre ein unzertrennlicher Beſtandtheil der Abſtammungslehre, und ſomit auch der allgemeinen Entwickelungstheorie überhaupt iſt, das wird

ebenso von allen denkenden Anhängern, wie von allen folgerichtig schließenden Gegnern derselben anerkannt.

Wenn diese Lehre aber wahr ist, so wird die Erkenntniß vom thierischen Ursprung und Stammbaum des Menschengeschlechts nothwendig tiefer, als jeder andere Fortschritt des menschlichen Geistes, in die Beurtheilung aller menschlichen Verhältnisse und zunächst in das Getriebe aller menschlichen Wissenschaften eingreifen. Sie muß früher oder später eine vollständige Umwälzung in der ganzen Weltanschauung der Menschheit hervorbringen. Ich bin der festen Ueberzeugung, daß man in Zukunft diesen unermeßlichen Fortschritt in der Erkenntniß als Beginn einer neuen Entwickelungsperiode der Menschheit feiern wird. Er läßt sich nur vergleichen mit dem Schritte des Copernikus, der zum ersten Male klar auszusprechen wagte, daß die Sonne sich nicht um die Erde bewege, sondern die Erde um die Sonne. Ebenso wie durch das Weltsystem des Copernikus und seiner Nachfolger die geocentrische Weltanschauung des Menschen umgestoßen wurde, die falsche Ansicht, daß die Erde der Mittelpunkt der Welt sei, und daß sich die ganze übrige Welt um die Erde drehe, ebenso wird durch die, schon von Lamarck versuchte Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen die anthropocentrische Weltanschauung umgestoßen, der eitle Wahn, daß der Mensch der Mittelpunkt der irdischen Natur und das ganze Getriebe derselben nur dazu da sei, um dem Menschen zu dienen. In gleicher Weise, wie das Weltsystem des Copernikus durch Newton's Gravitationstheorie mechanisch begründet wurde, sehen wir später die Descendenztheorie des Lamarck durch Darwin's Selectionstheorie ihre ursächliche Begründung erlangen. Ich habe diesen in mehrfacher Hinsicht lehrreichen Vergleich in meinen Vorträgen „über die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts" weiter ausgeführt[25]).

Um nun diese äußerst wichtige Anwendung der Abstammungslehre auf den Menschen mit der unentbehrlichen Unparteilichkeit und Objektivität durchzuführen, muß ich Sie vor Allem bitten, sich (für

die gegen vier Fuß langen Waſſerſchweine (Hydrochoerus capybara). Die Klippdaſſe, welche auch äußerlich den Nagethieren, namentlich den Hufnagern ſehr ähnlich ſind, wurden bereits früher von einigen berühmten Zoologen als eine beſondere Unterordnung (Lamnungia) wirklich zu den Nagethieren geſtellt. Dagegen betrachtete man die Elephanten, falls man ſie nicht zu den Hufthieren rechnete, gewöhnlich als Vertreter einer beſonderen Ordnung, welche man Rüſſelthiere (Proboscidea) nannte. Nun ſtimmen aber die Elephanten und Klippdaſſe merkwürdig in der Bildung ihrer Placenta überein, und entfernen ſich dadurch jedenfalls gänzlich von den Hufthieren. Dieſe letzteren beſitzen niemals eine Decidua, während Elephant und Hyrax echte Deciduaten ſind. Allerdings iſt die Placenta derſelben nicht ſcheibenförmig, ſondern gürtelförmig, wie bei den Raubthieren. Allein es iſt leicht möglich, daß ſich die gürtelförmige Placenta erſt ſekundär aus der ſcheibenförmigen entwickelt hat. In dieſem Falle könnte man daran denken, daß die Scheinhufer aus einem Zweige der Nagethiere, und ähnlich vielleicht die Raubthiere aus einem Zweige der Inſektenfreſſer ſich entwickelt haben. Jedenfalls ſtehen die Elephanten und die Klippdaſſe auch in anderen Beziehungen, namentlich in der Bildung wichtiger Skelettheile, der Gliedmaßen u. ſ. w., den Nagethieren, und namentlich den Hufnagern, näher als den echten Hufthieren. Dazu kommt noch, daß mehrere ausgeſtorbene Formen, namentlich die merkwürdigen ſüdamerikaniſchen Pfeilzähner (Toxodontia) in mancher Beziehung zwiſchen Elephanten und Nagethieren in der Mitte ſtehen. Daß die noch jetzt lebenden Elephanten und Klippdaſſe nur die letzten Ausläufer von einer einſtmals formenreichen Gruppe von Scheinhufern ſind, wird nicht allein durch die ſehr zahlreichen verſteinerten Arten von Elephant und Maſtodon bewieſen (unter denen manche noch größer, manche aber auch viel kleiner, als die jetzt lebenden Elephanten ſind), ſondern auch durch die merkwürdigen miocenen Dinotherien (Gonyognatha), zwiſchen denen und den nächſtverwandten Elephanten noch eine lange Reihe von unbekannten ver-

bindenden Zwischenformen liegen muß. Alles zusammengenommen ist heutzutage die wahrscheinlichste von allen Hypothesen, die man sich über die Entstehung und die Verwandtschaft der Elephanten, Dinotherien, Toxodonten und Klippdasse bilden kann, daß dieselben die letzten Ueberbleibsel einer formenreichen Gruppe von Scheinhufern sind, die sich aus den Nagethieren, und zwar wahrscheinlich aus Verwandten der Subungulaten, entwickelt hatte.

Die Ordnung der Insektenfresser (Insectivora) ist eine sehr alte Gruppe, welche der gemeinsamen ausgestorbenen Stammform der Deciduaten, und also auch den heutigen Halbaffen, nächstverwandt ist. Sie hat sich wahrscheinlich aus Halbaffen entwickelt, welche den heute noch lebenden Langfüßern (Macrotarsi) nahe standen. Sie spaltet sich in zwei Ordnungen, Menotyphla und Lipotyphla. Von diesen sind die älteren wahrscheinlich die Menotyphlen, welche sich durch den Besitz eines Blinddarms oder Typhlon von den Lipotyphlen unterscheiden. Zu den Menotyphlen gehören die kletternden Tupajas der Sunda-Inseln und die springenden Makroscelides Afrikas. Die Lipotyphlen sind bei uns durch die Spitzmäuse, Maulwürfe und Igel vertreten. Durch Gebiß und Lebensweise schließen sich die Insektenfresser mehr den Raubthieren, durch die scheibenförmige Placenta und die großen Samenblasen dagegen mehr den Nagethieren an.

Wahrscheinlich aus einem längst ausgestorbenen Zweige der Insektenfresser hat sich schon im Beginn der Eocen-Zeit die Ordnung der Raubthiere (Carnaria) entwickelt. Das ist eine sehr formenreiche, aber doch sehr einheitlich organisirte und natürliche Gruppe. Die Raubthiere werden wohl auch Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) im engeren Sinne genannt, obwohl eigentlich gleicherweise die Scheinhufer oder Chelophoren diese Bezeichnung verdienen. Da aber diese letzteren im Uebrigen näher den Nagethieren als den Raubthieren verwandt sind, haben wir sie schon dort besprochen. Die Raubthiere zerfallen in zwei, äußerlich sehr verschiedene, aber innerlich nächstverwandte Unterordnungen, die Landraubthiere und die Seeraubthiere. Zu den Landraubthieren (Carnivora) gehören die Bä-

Scheinhufer) und die Discoplacentalien mit ſcheibenförmiger Placenta (alle übrigen Deciduaten) unterſchieden. Der Menſch beſitzt eine ſcheibenförmige Placenta, gleich allen anderen Discoplacentalien, und wir würden nun alſo zunächſt die Frage zu beantworten haben, welche Stellung der Menſch in dieſer Gruppe einnimmt.

Im letzten Vortrage hatten wir folgende fünf Ordnungen von Discoplacentalien unterſchieden: 1) die Halbaffen; 2) die Nagethiere; 3) die Inſektenfreſſer; 4) die Flederthiere; 5) die Affen. Wie Jeder von Ihnen weiß, ſteht von dieſen fünf Ordnungen die letzte, diejenige der Affen, dem Menſchen in jeder körperlichen Beziehung weit näher, als die vier übrigen. Es kann ſich daher nur noch um die Frage handeln, ob man im Syſtem der Säugethiere den Menſchen geradezu in die Ordnung der echten Affen einreihen, oder ob man ihn neben und über derſelben als Vertreter einer beſonderen ſechſten Ordnung der Discoplacentalien betrachten ſoll.

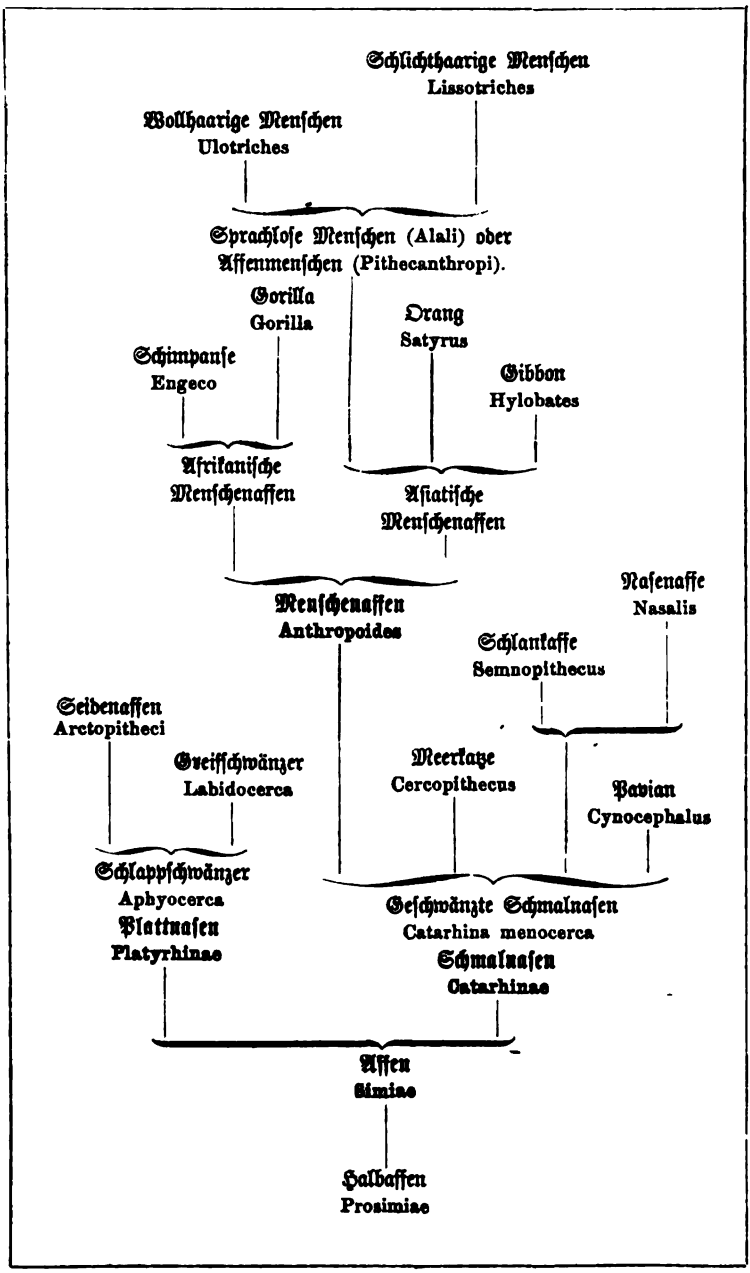
Linné vereinigte in ſeinem Syſtem den Menſchen mit den echten Affen, den Halbaffen und den Fledermäuſen in einer und derſelben Ordnung, welche er Primates nannte, d. h. Oberherrn, gleichſam die höchſten Würdenträger des Thierreichs. Der Göttinger Anatom Blumenbach dagegen trennte den Menſchen als eine beſondere Ordnung unter dem Namen Bimana oder Zweihänder, indem er ihm die vereinigten Affen und Halbaffen unter dem Namen Quadrumana oder Vierhänder entgegenſetzte. Dieſe Eintheilung wurde auch von Cuvier und demnach von den allermeiſten folgenden Zoologen angenommen. Erſt 1863 zeigte Huxley in ſeinen vortrefflichen „Zeugniſſen für die Stellung des Menſchen in der Natur“[26], daß dieſelbe auf falſchen Anſichten beruhe, und daß die angeblichen „Vierhänder“ (Affen und Halbaffen) eben ſo gut „Zweihänder“ ſind, wie der Menſch ſelbſt. Der Unterſchied des Fußes von der Hand beruht nicht auf der phyſiologiſchen Eigenthümlichkeit, daß die erſte Zehe oder der Daumen den vier übrigen Fingern oder Zehen an der Hand entgegenſtellbar iſt, am Fuße dagegen nicht. Denn es giebt wilde Völkerſtämme, welche die erſte oder

große Zehe den vier übrigen am Fuße ebenſo gegenüber ſtellen können, wie an der Hand. Sie können alſo ihren „Greiffuß“ ebenſo gut als eine ſogenannte „Hinterhand“ benutzen, wie die Affen. Die chineſiſchen Bootsleute rudern, die bengaliſchen Handwerker weben mit dieſer Hinterhand. Die Neger, bei denen die große Zehe beſonders ſtark und frei beweglich iſt, umfaſſen damit die Zweige, wenn ſie auf Bäume klettern, gerade wie die „vierhändigen“ Affen. Ja ſelbſt die neugeborenen Kinder der höchſtentwickelten Menſchenraſſen greifen in den erſten Monaten ihres Lebens noch eben ſo geſchickt mit der „Hinterhand“, wie mit der „Vorderhand“, und halten einen hingereichten Löffel ebenſo feſt mit der großen Zehe, wie mit dem Daumen! Auf der anderen Seite differenziren ſich aber bei den höheren Affen, namentlich beim Gorilla, Hand und Fuß ſchon ganz ähnlich wie beim Menſchen (vergl. Taf. IV, S. 363).

Der weſentliche Unterſchied von Hand und Fuß iſt alſo nicht ein phyſiologiſcher, ſondern ein morphologiſcher, und iſt durch den charakteriſtiſchen Bau des knöchernen Skelets und der ſich daran anſetzenden Muskeln bedingt. Die Fußwurzelknochen ſind weſentlich anders angeordnet, als die Handwurzelknochen, und den Fuß bewegen drei beſondere Muskeln, welche der Hand fehlen (ein kurzer Beugemuskel, ein kurzer Streckmuskel und ein langer Wadenbeinmuskel). In allen dieſen Beziehungen verhalten ſich die Affen und Halbaffen genau ſo wie der Menſch, und es war daher vollkommen unrichtig, wenn man den Menſchen von den erſteren als eine beſondere Ordnung auf Grund ſeiner ſtärkeren Differenzirung von Hand und Fuß trennen wollte. Ebenſo verhält es ſich aber auch mit allen übrigen körperlichen Merkmalen, durch welche man etwa verſuchen wollte, den Menſchen von den Affen zu trennen, mit der relativen Länge der Gliedmaßen, dem Bau des Schädels, des Gehirns u. ſ. w. In allen dieſen Beziehungen ohne Ausnahme ſind die Unterſchiede zwiſchen dem Menſchen und den höheren Affen geringer, als die entſprechenden Unterſchiede zwiſchen den höheren und den niederen Affen.

Syſtematiſche Ueberſicht
der Familien und Gattungen der Affen.

Sektionen der Affen	Familien der Affen	Gattungen oder Genera der Affen	Syſtematiſcher Name der Genera
I. Affen der neuen Welt (Hesperopitheci) oder plattnaſige Affen (Platyrhinae).			
A. Platyrhinen mit Krallen Arctopitheci	I. Seidenaffen *Hapalida*	1. Pinſelaffe	1. Midas
		2. Löwenaffe	2. Jacchus
B. Platyrhinen mit Kuppennägeln Dysmopitheci	II. Plattnaſen mit Schlappſchwanz *Aphyocerca*	3. Eichhornaffe	3. Chrysothrix
		4. Springaffe	4. Callithrix
		5. Nachtaffe	5. Nyctipithecus
		6. Schweifaffe	6. Pithecia
	III. Plattnaſen mit Greifſchwanz *Labidocera*	7. Rollaffe	7. Cebus
		8. Klammeraffe	8. Ateles
		9. Wollaffe	9. Lagothrix
		10. Brüllaffe	10. Mycetes
II. Affen der alten Welt (Heopitheci) oder ſchmalnaſige Affen (Catarhinae).			
C. Geſchwänzte Katarhinen Monocerca	IV. Geſchwänzte Katarhinen mit Backentaſchen *Ascoparea*	11. Pavian	11. Cynocephalus
		12. Makako	12. Inuus
		13. Meerkatze	13. Cercopithecus
	V. Geſchwänzte Katarhinen ohne Backentaſchen *Anasca*	14. Schlankaffe	14. Semnopithecus
		15. Stummelaffe	15. Colobus
		16. Naſenaffe	16. Nasalis
D. Schwanzloſe Katarhinen Lipocerca	VI. Menſchenaffen *Anthropoides*	17. Gibbon	17. Hylobates
		18. Orang	18. Satyrus
		19. Schimpanſe	19. Engeco
		20. Gorilla	20. Gorilla
	VII. Menſchen *Erecti (Anthropi)*	21. Affenmenſch oder ſprachloſer Menſch	21. Pithecanthropus (Alalus)
		22. Sprechender Menſch	22. Homo


Schlichthaarige Menſchen
Lissotriches
Wollhaarige Menſchen
Ulotriches
Sprachloſe Menſchen (Alali) oder
Affenmenſchen (Pithecanthropi).
Gorilla
Gorilla
Orang
Satyrus
Schimpanſe
Engeco
Gibbon
Hylobates
Afrikaniſche
Menſchenaffen
Aſiatiſche
Menſchenaffen
Menſchenaffen
Anthropoides
Naſenaffe
Nasalis
Schlankaffe
Semnopithecus
Seidenaffen
Arctopitheci
Greifſchwänzer
Labidocerca
Meerkatze
Cercopithecus
Pavian
Cynocephalus
Schlappſchwänzer
Aphyocerca
Plattnaſen
Platyrhinae
Geſchwänzte Schmalnaſen
Catarhina menocerca
Schmalnaſen
Catarhinae
Affen
Simiae
Halbaffen
Prosimiae

Auf Grund der sorgfältigsten und genauesten anatomischen Vergleichungen kam demnach Huxley zu folgendem, äußerst wichtigem Schlusse: „Wir mögen daher ein System von Organen vornehmen, welches wir wollen, die Vergleichung ihrer Modifikationen in der Affenreihe führt uns zu einem und demselben Resultate: daß die anatomischen Verschiedenheiten, welche den Menschen vom Gorilla und Schimpanse scheiden, nicht so groß sind, als die, welche den Gorilla von den niedrigeren Affen trennen". Demgemäß vereinigt Huxley, streng der systematischen Logik folgend, Menschen, Affen und Halbaffen in einer einzigen Ordnung, Primates, und theilt diese in folgende sieben Familien von ungefähr gleichem systematischen Werthe: 1. Anthropini (der Mensch). 2. Catarhini (echte Affen der alten Welt). 3. Platyrhini (echte Affen Amerikas). 4. Arctopitheci (Krallenaffen Amerikas). 5. Lemurini (kurzfüßige und langfüßige Halbaffen, S. 559). 6. Chiromyini (Fingerthiere, S. 558). 7. Galeopithecini (Pelzflatterer, S. 563).

Wenn wir aber das natürliche System und demgemäß den Stammbaum der Primaten ganz naturgemäß auffassen wollen, so müssen wir noch einen Schritt weiter gehen, und die Halbaffen oder Prosimien (die drei letzten Familien Huxley's) gänzlich von den echten Affen oder Simien (den vier ersten Familien) trennen. Denn wie ich schon in meiner generellen Morphologie zeigte, und Ihnen bereits im letzten Vortrage erläuterte, unterscheiden sich die Halbaffen in vielen und wichtigen Beziehungen von den echten Affen und schließen sich in ihren einzelnen Formen vielmehr den verschiedenen anderen Ordnungen der Discoplacentalien an. Die Halbaffen sind daher wahrscheinlich als Reste der gemeinsamen Stammgruppe zu betrachten, aus welcher sich die anderen Ordnungen der Discoplacentalien, und vielleicht alle Deciduaten, als divergente Zweige entwickelt haben. (Gen. Morph. II, S. CXLVIII und CLIII.) Der Mensch aber kann nicht von der Ordnung der echten Affen oder Simien getrennt werden, da er den höheren echten Affen in jeder Beziehung näher steht, als diese den niederen echten Affen.

Die echten Affen (Simiae) werden allgemein in zwei ganz natürliche Hauptgruppen getheilt, nämlich in die Affen der neuen Welt (amerikanische Affen) und in die Affen der alten Welt, welche in Asien und Afrika einheimisch sind, und früher auch in Europa vertreten waren. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich namentlich in der Bildung der Nase und man hat sie darnach benannt. Die amerikanischen Affen haben plattgedrückte Nasen, so daß die Nasenlöcher nach außen stehen, nicht nach unten; sie heißen deshalb Plattnasen (Platyrhinae). Dagegen haben die Affen der alten Welt eine schmale Nasenscheidewand und die Nasenlöcher sehen nach unten, wie beim Menschen; man nennt sie deshalb Schmalnasen (Catarhinae). Ferner ist das Gebiß, welches bekanntlich bei der Klassifikation der Säugethiere eine hervorragende Rolle spielt, bei beiden Gruppen charakteristisch verschieden. Alle Katarhinen oder Affen der alten Welt haben ganz dasselbe Gebiß, wie der Mensch, nämlich in jedem Kiefer, oben und unten, vier Schneidezähne, dann jederseits einen Eckzahn und fünf Backzähne, von denen zwei Lückenzähne und drei Mahlzähne sind, zusammen 32 Zähne. Dagegen alle Affen der neuen Welt, alle Platyrhinen, besitzen vier Backzähne mehr, nämlich drei Lückenzähne und drei Mahlzähne jederseits oben und unten. Sie haben also zusammen 36 Zähne. Nur eine kleine Gruppe bildet davon eine Ausnahme, nämlich die Krallenaffen (Arctopitheci), bei denen der dritte Mahlzahn verkümmert, und die demnach in jeder Kieferhälfte drei Lückenzähne und zwei Mahlzähne haben. Sie unterscheiden sich von den übrigen Platyrhinen auch dadurch, daß sie an den Fingern der Hände und den Zehen der Füße Krallen tragen, und keine Nägel, wie der Mensch und die übrigen Affen. Diese kleine Gruppe südamerikanischer Affen, zu welcher unter anderen die bekannten niedlichen Pinseläffchen (Midas) und Löwenäffchen (Jacchus) gehören, ist wohl nur als ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der Platyrhinen aufzufassen.

Fragen wir nun, welche Resultate aus diesem System der Affen für den Stammbaum derselben folgen, so ergiebt sich daraus unmit-

telbar, daß ſich alle Affen der neuen Welt aus einem Stamme entwickelt haben, weil ſie alle das charakteriſtiſche Gebiß und die Naſenbildung der Platyrhinen beſitzen. Ebenſo folgt daraus, daß alle Affen der alten Welt abſtammen müſſen von einer und derſelben gemeinſchaftlichen Stammform, welche die Naſenbildung und das Gebiß aller jetzt lebenden Katarhinen beſaß. Ferner kann es kaum zweifelhaft ſein, daß die Affen der neuen Welt, als ganzer Stamm genommen, entweder von denen der alten Welt abſtammen, oder (unbeſtimmter und vorſichtiger ausgedrückt) daß Beide divergente Aeſte eines und deſſelben Affenſtammes ſind. Für die Abſtammung des Menſchen folgt hieraus der unendlich wichtige Schluß, welcher auch für die Verbreitung des Menſchen auf der Erdoberfläche die größte Bedeutung beſitzt, daß der Menſch ſich aus den Katarhinen entwickelt hat. Denn wir ſind nicht im Stande, einen zoologiſchen Charakter aufzufinden, der den Menſchen von den nächſtverwandten Affen der alten Welt in einem höheren Grade unterſchiede, als die entfernteſten Formen dieſer Gruppe unter ſich verſchieden ſind. Es iſt dies das wichtigſte Reſultat der ſehr genauen vergleichend-anatomiſchen Unterſuchungen Huxley's, welches nicht genug berückſichtigt werden kann. In jeder Beziehung ſind die anatomiſchen Unterſchiede zwiſchen dem Menſchen und den menſchenähnlichſten Katarhinen (Orang, Gorilla, Schimpanſe) geringer, als die anatomiſchen Unterſchiede zwiſchen dieſen und den niedrigſten, tiefſt ſtehenden Katarhinen, insbeſondere den hundeähnlichen Pavianen. Dieſes höchſt bedeutſame Reſultat ergiebt ſich aus einer unbefangenen anatomiſchen Vergleichung der verſchiedenen Formen von Katarhinen als unzweifelhaft.

Wenn wir alſo überhaupt, der Deſcendenztheorie entſprechend, das natürliche Syſtem der Thiere als Leitfaden unſerer Betrachtung anerkennen, und darauf unſeren Stammbaum begründen, ſo müſſen wir nothwendig zu dem unabweislichen Schluſſe kommen, daß das Menſchengeſchlecht ein Aeſtchen der Katarhinengruppe iſt, und ſich aus längſt ausgeſtorbenen Affen dieſer Gruppe in der alten Welt entwickelt hat. Einige An-

hänger der Deſcendenztheorie haben gemeint, daß die amerikaniſchen Menſchen ſich unabhängig von denen der alten Welt aus amerikaniſchen Affen entwickelt hätten. Dieſe Hypotheſe halte ich für ganz irrig. Denn die völlige Uebereinſtimmung aller Menſchen mit den Katarhinen in Bezug auf die charakteriſtiſche Bildung der Naſe und des Gebiſſes beweiſt deutlich, daß ſie eines Urſprungs ſind, und ſich aus einer gemeinſamen Wurzel erſt entwickelt haben, nachdem die Platyrhinen oder amerikaniſchen Affen ſich bereits von dieſer abgezweigt hatten. Die amerikaniſchen Ureinwohner ſind vielmehr, wie auch zahlreiche ethnographiſche Thatſachen beweiſen, aus Aſien, und theilweiſe vielleicht auch aus Polyneſien (oder ſelbſt aus Europa) eingewandert.

Einer genaueren Feſtſtellung des menſchlichen Stammbaums ſtehen gegenwärtig noch große Schwierigkeiten entgegen. Nur das läßt ſich noch weiterhin behaupten, daß die nächſten Stammeltern des Menſchengeſchlechts ſchwanzloſe Katarhinen (Lipocerca) waren, ähnlich den heute noch lebenden Menſchenaffen, die ſich offenbar erſt ſpäter aus den geſchwänzten Katarhinen (Menocerca), als der urſprünglicheren Affenform, entwickelt haben. Von jenen ſchwanzloſen Katarhinen, die jetzt auch häufig Menſchenaffen oder Anthropoiden genannt werden, leben heutzutage noch vier verſchiedene Gattungen mit ungefähr einem Dutzend verſchiedener Arten. Der größte Menſchenaffe iſt der berühmte Gorilla (Gorilla engena oder Pongo gorilla genannt), welcher den Menſchen an Größe und Stärke übertrifft, in der Tropenzone des weſtlichen Afrika einheimiſch iſt und am Fluſſe Gaboon erſt 1847 von dem Miſſionär Savage entdeckt wurde. Dieſem ſchließt ſich als nächſter Verwandter der längſt bekannte Schimpanſe an (Engeco troglodytes oder Pongo troglodytes), ebenfalls im weſtlichen und centralen Afrika einheimiſch, aber bedeutend kleiner als der Gorilla. Der dritte von den drei großen menſchenähnlichen Affen iſt der auf Borneo und anderen Sunda-Inſeln einheimiſche Orang oder Orang-Utang, von welchem man neuerdings zwei nahe verwandte Arten unterſcheidet,

den großen Orang (Satyrus orang oder Pithecus satyrus) und den kleinen Orang (Satyrus morio oder Pithecus morio). Endlich lebt noch im ſüdlichen Aſien die Gattung Gibbon (Hylobates), von welcher man 4—8 verſchiedene Arten unterſcheidet. Sie ſind bedeutend kleiner als die drei erſtgenannten Anthropoiden und entfernen ſich in den meiſten Merkmalen ſchon weiter vom Menſchen.

Die ſchwanzloſen Menſchenaffen haben neuerdings, namentlich ſeit der genaueren Bekanntſchaft mit dem Gorilla und ſeit ihrer Verknüpfung mit der Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen ein ſo allgemeines Intereſſe erregt, und eine ſolche Fluth von Schriften hervorgerufen, daß ich hier keine Veranlaſſung finde, näher auf dieſelben einzugehen. Was ihre Beziehungen zum Menſchen betrifft, ſo finden Sie dieſelben in den trefflichen Schriften von Huxley[26]), Carl Vogt[27]), Büchner[43]) und Rolle[29]) ausführlich erörtert. Ich beſchränke mich daher auf die Mittheilung des wichtigſten allgemeinen Reſultates, welches ihre allſeitige Vergleichung mit dem Menſchen ergeben hat, daß nämlich jeder von den vier Menſchenaffen dem Menſchen in einer oder einigen Beziehungen näher ſteht, als die übrigen, daß aber keiner als der abſolut in jeder Beziehung menſchenähnlichſte bezeichnet werden kann. Der Orang ſteht dem Menſchen am nächſten in Bezug auf die Gehirnbildung, der Schimpanſe durch wichtige Eigenthümlichkeiten der Schädelbildung, der Gorilla hinſichtlich der Ausbildung der Füße und Hände, und der Gibbon endlich in der Bildung des Bruſtkaſtens.

Es ergiebt ſich alſo aus der ſorgfältigen vergleichenden Anatomie der Anthropoiden ein ganz ähnliches Reſultat, wie es Weisbach aus der ſtatiſtiſchen Zuſammenſtellung und denkenden Vergleichung der ſehr zahlreichen und ſorgfältigen Körpermeſſungen erhalten hat, die Scherzer und Schwarz während der Reiſe der öſterreichiſchen Fregatte Novara um die Erde an Individuen verſchiedener Menſchenraſſen angeſtellt haben. Weisbach faßt das Endreſultat ſeiner gründlichen Unterſuchungen in folgenden Worten zuſammen: „Die Affenähnlichkeit des Menſchen concentrirt ſich keineswegs bei

einem oder dem anderen Volke, ſondern vertheilt ſich derart auf die einzelnen Körperabſchnitte bei den verſchiedenen Völkern, daß jedes mit irgend einem Erbſtücke dieſer Verwandtſchaft, freilich das eine mehr, das andere weniger, bedacht iſt, und ſelbſt wir Europäer durchaus nicht beanſpruchen dürfen, dieſer Verwandtſchaft vollſtändig fremd zu ſein". (Novara-Reiſe, Anthropholog. Theil.)

Ausdrücklich will ich hier noch hervorheben, was eigentlich freilich ſelbſtverſtändlich iſt, daß kein einziger von allen jetzt lebenden Affen, und alſo auch keiner von den genannten Menſchenaffen der Stammvater des Menſchengeſchlechts ſein kann. Von denkenden Anhängern der Deſcendenztheorie iſt dieſe Meinung auch niemals behauptet, wohl aber von ihren gedankenloſen Gegnern ihnen untergeſchoben worden. Die affenartigen Stammeltern des Menſchengeſchlechts ſind längſt ausgeſtorben. Vielleicht werden wir ihre verſteinerten Gebeine noch dereinſt theilweis in Tertiärgeſteinen des ſüdlichen Aſiens oder Afrikas auffinden. Jedenfalls werden dieſelben im zoologiſchen Syſtem in der Gruppe der ſchwanzloſen Schmalnaſen (Catarhina lipocerca) oder Anthropoiden untergebracht werden müſſen.

Die genealogiſchen Hypotheſen, zu welchen uns die Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen in den letzten Vorträgen bis hierher geführt hat, ergeben ſich für jeden klar und conſequent denkenden Menſchen unmittelbar aus den Thatſachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie. Natürlich kann unſere Phylogenie nur ganz im Allgemeinen die Grundzüge des menſchlichen Stammbaums andeuten, und ſie läuft um ſo mehr Gefahr des Irrthums, je ſtrenger ſie im Einzelnen auf die uns bekannten beſonderen Thierformen bezogen wird. Indeſſen laſſen ſich doch ſchon jetzt mindeſtens die nachſtehend aufgeführten zweiundzwanzig Ahnenſtufen des Menſchen mit annähernder Sicherheit unterſcheiden. Von dieſen gehören vierzehn Stufen zu den Wirbelthieren (Vertebrata), acht Stufen zu den wirbelloſen Vorfahren des Menſchen (Prochordata).

Thieriſche Vorfahrenkette oder Ahnenreihe des Menſchen.

(Vergl. den XX. und XXI. Vortrag, ſowie Taf. XIV und S. 352.)

Erſte Hälfte der menſchlichen Vorfahrenkette:

Wirbelloſe Ahnen des Menſchen (Prochordata).

Erſte Stufe: **Moneren (Monera).**

Die älteſten Vorfahren des Menſchen wie aller anderen Organismen waren lebendige Weſen der denkbar einfachſten Art, Organismen ohne Organe, gleich den heute noch lebenden Moneren. Sie beſtanden aus einem ganz einfachen, durch und durch gleichartigen, ſtrukturloſen und formloſen Klümpchen einer ſchleimartigen oder eiweißartigen Materie (Protoplasma), wie die heute noch lebende Protamoeba primitiva (vergl. S. 167, Fig. 1). Der Formwerth dieſer älteſten menſchlichen Urahnen war noch nicht einmal demjenigen einer Zelle gleich, ſondern nur dem einer Cytode (vergl. S. 308). Denn wie bei allen Moneren war das Protoplasma-Stückchen noch ohne Zellenkern. Die erſten von dieſen Moneren entſtanden im Beginn der laurentiſchen Periode durch Urzeugung oder Archigonie aus ſogenannten „anorganiſchen Verbindungen", aus einfachen Verbindungen von Kohlenſtoff, Sauerſtoff, Waſſerſtoff und Stickſtoff. Die Annahme einer ſolchen Urzeugung, einer mechaniſchen Entſtehung der erſten Organismen aus anorganiſcher Materie, haben wir im dreizehnten Vortrage als eine nothwendige Hypotheſe nachgewieſen (vergl. S. 301). Den direkten, auf das biogenetiſche Grundgeſetz (S. 361) geſtützten Beweis für die frühere Exiſtenz dieſer älteſten Ahnenſtufe liefert möglicherweiſe noch heute der Umſtand,

daß nach den Angaben vieler Beobachter im Beginn der Ei-Entwickelung der Zellenkern verschwindet und somit die Eizelle auf die niedere Stufe der Cytode zurücksinkt (Monerula, S. 441; Rückschlag der kernhaltigen Plastide in die kernlose). Aus den wichtigsten allgemeinen Gründen ist die Annahme dieser ersten Stufe nothwendig.

Zweite Stufe: Amoeben (Amoebae).

Die zweite Ahnenstufe des Menschen, wie aller höheren Thiere und Pflanzen, wird durch eine einfache Zelle gebildet, d. h. ein Stückchen Protoplasma, das einen Kern umschließt. Aehnliche „einzellige Organismen" leben noch heute in großer Menge. Unter diesen werden die gewöhnlichen, einfachen Amoeben (S. 169, Fig. 2) von jenen Urahnen nicht wesentlich verschieden gewesen sein. Der Formwerth jeder Amoebe ist wesentlich gleich demjenigen, welchen das Ei des Menschen, und ebenso das Ei aller anderen Thiere, noch heute besitzt (vergl. S. 170, Fig. 3). Die nackten Eizellen der Schwämme, welche ganz wie Amoeben umherkriechen, sind von diesen nicht zu unterscheiden. Die Eizelle des Menschen, welche gleich der der meisten anderen Thiere von einer Membran umschlossen ist, gleicht einer eingekapselten Amoebe. Die ersten einzelligen Thiere dieser Art entstanden aus Moneren durch Differenzirung des inneren Kerns und des äußeren Protoplasma, und lebten schon in früher Primordialzeit. Den unumstößlichen Beweis, das solche einzellige Urthiere als direkte Vorfahren des Menschen wirklich existirten, liefert gemäß des biogenetischen Grundgesetzes (S. 276) die Thatsache, daß das Ei des Menschen weiter nichts als eine einfache Zelle ist. (Vergl. S. 441.)

Dritte Stufe: Synamoebien (Synamoebia).

Um uns von der Organisation derjenigen Vorfahren des Menschen, die sich zunächst aus den einzelligen Urthieren entwickelten, eine ungefähre Vorstellung zu machen, müssen wir diejenigen Veränderungen verfolgen, welche das menschliche Ei im Beginn der individuellen

Entwickelung erleidet. Gerade hier leitet uns die Ontogeneſe mit größter Sicherheit auf die Spur der Phylogeneſe. Nun haben wir ſchon früher geſehen, daß das Ei des Menſchen (ebenſo wie das aller anderen Säugethiere) nach erfolgter Befruchtung durch wiederholte Selbſttheilung in einen Haufen von einfachen und gleichartigen, amoebenähnlichen Zellen zerfällt (S. 170, Fig. 4D). Alle dieſe „Furchungskugeln" ſind anfänglich einander ganz gleich, ohne Hülle, nackte, kernhaltige Zellen. Bei vielen Thieren führen dieſelben Bewegungen nach Art der Amoeben aus. Dieſer ontogenetiſche Entwickelungszuſtand, den wir wegen ſeiner Maulbeerform *Morula* nannten (S. 442), führt den *ſicheren Beweis*, daß in früher Primordialzeit Vorfahren des Menſchen exiſtirten, welche den *Formwerth* eines Haufens von gleichartigen, locker verbundenen Zellen beſaßen. Man kann dieſelben als *Amoeben-Gemeinden* (Synamoebia) bezeichnen (vgl. S. 444). *Sie entſtanden* aus den einzelligen Urthieren der zweiten Stufe durch wiederholte Selbſttheilung und bleibende Vereinigung dieſer Theilungsprodukte.

Vierte Stufe: Flimmerſchwärmer (Planaeada).

Aus der Morula (Titelbild Fig. 3) entwickelt ſich im Laufe der Ontogeneſe bei ſehr vielen Thieren ein ſehr merkwürdiger Keimzuſtand, welchen zuerſt *Bär* entdeckt und mit dem Namen *Keimblaſe* oder Keimhautblaſe belegt hat (Blastosphaera oder Vesicula blastodermica). Das iſt eine mit Flüſſigkeit gefüllte Hohlkugel, deren dünne Wand aus einer einzigen Zellenſchicht beſteht. Indem ſich im Inneren der Morula Flüſſigkeit anſammelt, werden die Zellen ſämmtlich nach der Peripherie gedrängt. Bei den meiſten niederen Thieren, aber auch noch bei dem niederſten Wirbelthiere, dem Lanzetthiere oder Amphioxus, nennt man dieſe Keimform *Flimmerlarve* (Planula), weil die an der Oberfläche gelegenen gleichartigen Zellen haarfeine Fortſätze oder Flimmerhaare ausſtrecken, welche ſich ſchlagend im Waſſer bewegen, und dadurch den ganzen Körper rotirend umhertreiben. Beim Menſchen, wie bei allen Säugethieren, entſteht zwar auch heute noch aus der Mo-

rula dieselbe Keimhautblase (S. 267); aber ohne Flimmerhaare; diese sind durch Anpassung verloren gegangen. Aber die wesentlich gleiche Bildung dieser Flimmerlarve, die sich überall durch Vererbung erhalten hat, deutet auf eine ebenso gebildete uralte Stammform, die wir Flimmerschwärmer (Planaea) nennen können. Den sicheren Beweis dafür liefert der Amphioxus, welcher einerseits dem Menschen blutsverwandt ist, andrerseits aber noch das Stadium der Planula bis heute conservirt hat.

Fünfte Stufe: **Urdarmthiere** (**Gastraeada**).

Im Laufe der individuellen Entwickelung entsteht sowohl beim Amphioxus, wie bei den verschiedensten niederen Thieren aus der Planula zunächst die äußerst wichtige Larvenform, welche wir Darmlarve oder Gastrula genannt haben (S. 443; Titelbild, Fig. 5, 6). Nach dem biogenetischen Grundgesetze beweist diese Gastrula die frühere Existenz einer ebenso gebauten selbstständigen Urthier-Form, welche wir Urdarmthier oder Gastraea nannten (S. 444, 445). Solche Gastraeaden müssen schon während der älteren Primordialzeit existirt und unter ihnen müssen sich auch Vorfahren des Menschen befunden haben. Den sicheren Beweis dafür liefert der Amphioxus, welcher trotz seiner Blutsverwandtschaft mit dem Menschen noch heute das Stadium der Gastrula mit einfacher Darmanlage und zweiblättriger Darmwand durchläuft (vergl. Taf. X, Fig. B4).

Sechste Stufe: **Urwürmer** (**Archelminthes**).

Die menschlichen Vorfahren der sechsten Stufe, die aus den Gastraeaden der fünften Stufe hervorgingen, waren niedere Würmer, welche unter allen uns bekannten Wurmformen den Strudelwürmern oder Turbellarien am nächsten standen, oder doch wenigstens im Ganzen deren Formwerth besaßen. Sie waren gleich den heutigen Strudelwürmern auf der ganzen Körperoberfläche mit Wimpern überzogen und besaßen einen einfachen Körper von länglichrunder Gestalt, ohne alle Anhänge. Eine wahre Leibeshöhle (Coelom) und Blut war bei diesen acoelomen Würmern noch nicht vorhanden.

Sie entstanden schon in früher Primordialzeit aus den Gastraaden durch Bildung eines mittleren Keimblattes oder Muskelblattes, sowie durch weitere Differenzirung der inneren Körpertheile zu verschiedenen Organen; insbesondere die erste Bildung eines Nervensystems, der einfachsten Sinnesorgane, der einfachsten Organe für Ausscheidung (Nieren) und Fortpflanzung (Geschlechtsorgane). Der Beweis dafür, daß auch menschliche Vorfahren von ähnlicher Bildung existirten, ist in dem Umstande zu suchen, daß uns die vergleichende Anatomie und Ontogenie auf niedere acoelome Würmer, als auf die gemeinsame Stammform nicht nur aller höheren Würmer, sondern auch der vier höheren Thierstämme, hinweist. Diesen uralten acoelomen Urwürmern stehen aber von allen uns bekannten Thieren die Turbellarien am nächsten.

Siebente Stufe: Weichwürmer (Scolecida).

Zwischen den Urwürmern der vorigen Stufe und den Chordathieren der nächsten Stufe müssen wir mindestens noch eine verbindende Zwischenstufe nothwendig annehmen. Denn die Tunicaten, welche unter allen uns bekannten Thieren der achten Stufe am nächsten stehen, und die Turbellarien, welche der sechsten Stufe zunächst gleichen, sind zwar beide der niederen Abtheilung der ungegliederten Würmer angehörig, aber dennoch entfernen sich diese beiden Abtheilungen in ihrer Organisation so weit von einander, daß wir nothwendig die frühere Existenz von ausgestorbenen Zwischenformen zwischen beiden annehmen müssen. Wir können diese Verbindungsglieder, von denen uns wegen ihrer weichen Körperbeschaffenheit keine fossilen Reste übrig blieben, als Weichwürmer oder Scoleciden zusammenfassen. Sie entwickelten sich aus den Strudelwürmern der sechsten Stufe dadurch, daß sich eine wahre Leibeshöhle (ein Coelom) und Blut im Inneren ausbildete. Welche von den heutigen Coelomaten diesen ausgestorbenen Scoleciden am nächsten stehen, ist schwer zu sagen, vielleicht die Eichelwürmer (Balanoglossus). Den Beweis, daß auch direkte Vorfahren des Menschen zu diesen

Scoleciden gehörten, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Würmer und des Amphioxus. Der Formwerth dieser Stufe wird übrigens in der weiten Lücke zwischen Strudelwürmern und Manteltieren durch mehrere sehr verschiedene Zwischenstufen vertreten gewesen sein.

Achte Stufe: Chordathiere (Chordonia).

Als Chordathiere oder Chordonier führen wir hier an achter Stelle diejenigen Coelomaten auf, aus denen sich unmittelbar die ältesten schädellosen Wirbelthiere entwickelten. Unter den Coelomaten der Gegenwart sind die Ascidien die nächsten Verwandten dieser höchst merkwürdigen Würmer, welche die tiefe Kluft zwischen Wirbellosen und Wirbelthieren überbrückten. Daß solche Chordonier-Vorfahren des Menschen während der Primordialzeit wirklich existirten, dafür liefert den sicheren Beweis die höchst merkwürdige und wichtige Uebereinstimmung, welche die Ontogenie des Amphioxus und der Ascidien darbietet. (Vergl. Taf. XII und XIII, ferner S. 466, 510 ꝛc.) Aus dieser Thatsache läßt sich die frühere Existenz von Chordathieren erschließen, welche von allen heute uns bekannten Würmern den Manteltieren (Tunicata) und besonders den einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) am nächsten standen. Sie entwickelten sich aus den Würmern der siebenten Stufe durch Ausbildung eines Rückenmarks (Medullarrohrs) und durch Bildung eines darunter gelegenen Rückenstranges (Chorda dorsalis). Gerade die Lagerung dieses centralen Rückenstranges oder Axen-Skelets, zwischen dem Rückenmark auf der Rückenseite und dem Darmrohr auf der Bauchseite, ist für sämmtliche Wirbelthiere mit Inbegriff des Menschen höchst charakteristisch, ebenso aber auch für die Ascidien-Larven. Der Formwerth dieser Stufe entspricht ungefähr demjenigen, welchen die genannten Larven der einfachen Seescheiden zu der Zeit besitzen, wo sie die Anlage des Rückenmarks und des Rückenstranges zeigen. (Taf. XII, Fig. A5; vergl. die Erklärung dieser Figuren unten im Anhang.)

Zweite Hälfte der menschlichen Ahnenreihe:

Wirbelthier-Ahnen des Menschen (Vertebrata).

Neunte Stufe: Schädellose (Acrania).

Die Reihe der menschlichen Vorfahren, welche wir ihrer ganzen Organisation nach bereits als Wirbelthiere betrachten müssen, beginnt mit Schädellosen oder Acranien, von deren Beschaffenheit uns das heute noch lebende Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus, Taf. XII B, XIII B) eine entfernte Vorstellung giebt. Indem dieses Thierchen durch seine frühesten Embryon-Zustände ganz mit den Ascidien übereinstimmt, durch seine weitere Entwickelung sich aber als echtes Wirbelthier zeigt, vermittelt es von Seiten der Wirbelthiere den unmittelbaren Uebergang zu den Wirbellosen. Wenn auch die menschlichen Vorfahren der neunten Stufe in vielen Beziehungen von dem Amphioxus, als dem letzten überlebenden Reste der Schädellosen, sehr verschieden waren, so müssen sie ihm doch in den wesentlichsten Eigenthümlichkeiten, in dem Mangel von Kopf, Schädel und Gehirn geglichen haben. Schädellose von solcher Bildung, aus denen die Schädelthiere erst später sich entwickelten, lebten während der Primordialzeit und entstanden aus den ungegliederten Chordoniern der achten Stufe durch Gliederung des Rumpfes (Bildung von Metameren oder Rumpfsegmenten), sowie durch weitere Differenzirung aller Organe. Wahrscheinlich begann mit dieser Stufe auch die Trennung der beiden Geschlechter (Gonochorismus), während alle vorher genannten wirbellosen Ahnen (abgesehen von den 3—4 ersten geschlechtslosen Stufen) noch Zwitterbildung (Hermaphroditismus) besessen haben werden (vergl. S. 176). Den sicheren Beweis für die frühere Existenz solcher schädellosen und gehirnlosen Ahnen des Menschen liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie des Amphioxus und der Cranioten.

Zehnte Stufe: Unpaarnasen (Monorhina).

Aus den schädellosen Vorfahren des Menschen gingen zunächst Schädelthiere oder Cranioten von der unvollkommensten Beschaffen-

heit hervor. Unter allen heute noch lebenden Schädelthieren nimmt die tiefste Stufe die Klasse der Rundmäuler oder Cyclostomen ein, die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten). Aus der inneren Organisation dieser Unpaarnasen oder Monorhinen können wir uns ein ungefähres Bild von der Beschaffenheit der menschlichen Ahnen der zehnten Stufe machen. Wie bei jenen ersteren, so wird auch bei diesen letzteren Schädel und Gehirn noch von der einfachsten Form gewesen sein, und viele wichtige Organe, wie z. B. Schwimmblase, sympathischer Nerv, Milz, Kieferskelet und beide Beinpaare, noch völlig gefehlt haben. Jedoch sind die Beutelkiemen und das runde Saugmaul der Cyclostomen wohl als reine Anpassungscharaktere zu betrachten, welche bei der entsprechenden Ahnenstufe nicht vorhanden waren. Die Unpaarnasen entstanden während der Primordialzeit aus den Schädellosen dadurch, daß das vordere Ende des Rückenmarks sich zum Gehirn und dasjenige des Rückenstrangs zum Schädel entwickelte. Der sichere Beweis, daß solche unpaarnasige und kieferlose Vorfahren des Menschen existirten, liegt in der „vergleichenden Anatomie der Myxinoiden".

Elfte Stufe: Urfische (Selachii).

Die Urfisch-Ahnen zeigten unter allen uns bekannten Wirbelthieren wahrscheinlich die meiste Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Haifischen (Squalacei) (S. 518). Sie entstanden aus Unpaarnasen durch Theilung der unpaaren Nase in zwei paarige Seitenhälften, durch Bildung eines sympathischen Nervennetzes, eines Kieferskelets, einer Schwimmblase und zweier Beinpaare (Brustflossen oder Vorderbeine, und Bauchflossen oder Hinterbeine). Die innere Organisation dieser Stufe wird im Ganzen derjenigen der niedersten uns bekannten Haifische entsprochen haben; doch war die Schwimmblase, die bei diesen nur als Rudiment noch existirt, stärker entwickelt. Sie lebten bereits in der Silurzeit, wie sich aus den fossilen silurischen Haifisch-Resten (Zähnen und Flossenstacheln) ergiebt. Den sicheren Beweis, daß die silurischen Ahnen des Menschen und aller anderen

Paarnaſen den Selachiern nächſt verwandt waren, liefert die vergleichende Anatomie der letzteren. Sie zeigt, daß die Organiſations-Verhältniſſe aller Amphirhinen ſich aus denjenigen der Selachier ableiten laſſen.

Zwölfte Stufe: Lurchfiſche (Dipneusta).

Unſere zwölfte Ahnenſtufe wird durch Wirbelthiere gebildet, welche wahrſcheinlich eine entfernte Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Molchfiſchen (Ceratodus, Protopterus, Lepidosiren, S. 521) beſaßen. Sie entſtanden aus den Urfiſchen (wahrſcheinlich in der Devonzeit, im Beginn der Primärzeit) durch Anpaſſung an das Landleben und Umbildung der Schwimmblaſe zu einer luftathmenden Lunge, ſowie der Naſengruben (welche nunmehr in die Mundhöhle mündeten) zu Luftwegen. Mit dieſer Stufe begann die Reihe der durch Lungen luftathmenden Vorfahren des Menſchen. Ihre Organiſation wird in mancher Hinſicht derjenigen des heutigen Ceratodus und Protopterus entſprochen haben, jedoch auch mannichfach verſchieden geweſen ſein. Sie lebten wohl ſchon im Beginn der devoniſchen Zeit. Den Beweis für ihre Exiſtenz führt die vergleichende Anatomie, indem ſie in den Dipneuſten ein Mittelglied zwiſchen den Selachiern und Amphibien nachweiſt.

Dreizehnte Stufe: Kiemenlurche (Sozobranchia).

Aus denjenigen Lurchfiſchen, welche wir als die Stammformen aller lungenathmenden Wirbelthiere betrachten, entwickelte ſich als wichtigſte Hauptlinie die Klaſſe der Lurche oder Amphibien (S. 513, 523). Mit ihnen begann die fünfzehige Fußbildung (die Pentadactylie), die ſich von da auf die höheren Wirbelthiere und zuletzt auch auf den Menſchen vererbte. Als unſere älteſten Vorfahren aus der Amphibien-Klaſſe ſind die Kiemenlurche zu betrachten. Sie behielten neben den Lungen noch zeitlebens bleibende Kiemen, ähnlich dem heute noch lebenden Proteus und Axolotl (S. 525). Sie entſtanden aus den Dipneuſten durch Umbildung der rudernden Fiſchfloſſen zu fünfzehigen Beinen, und durch höhere Differenzirung ver-

schiedener Organe, namentlich der Wirbelsäule. Jedenfalls existirten sie um die Mitte der paläolithischen oder Primärzeit, vielleicht schon vor der Steinkohlenzeit. Denn fossile Amphibien finden sich schon in der Steinkohle. Den Beweis dafür, daß derartige Kiemenlurche zu unsern direkten Vorfahren gehörten, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Amphibien und Säugethiere.

Vierzehnte Stufe: Schwanzlurche (Sozura).

Auf unsere amphibischen Vorfahren, die zeitlebens ihre Kiemen behielten, folgten späterhin andere Amphibien, welche durch Metamorphose im späteren Alter die in der Jugend noch vorhandenen Kiemen verloren, aber den Schwanz behielten, ähnlich den heutigen Salamandern und Molchen (Tritonen, vergl. S. 525). Sie entstanden aus den Kiemenlurchen dadurch, daß sie sich daran gewöhnten, nur noch in der Jugend durch Kiemen, im späteren Alter aber bloß durch Lungen zu athmen. Wahrscheinlich lebten sie schon in der zweiten Hälfte der Primärzeit, während der permischen Periode, vielleicht schon während der Steinkohlenzeit. Der Beweis für ihre Existenz liegt darin, daß die Schwanzlurche ein nothwendiges Mittelglied zwischen der vorigen und der folgenden Stufe bilden.

Fünfzehnte Stufe: Uramnioten (Protamnia).

Als Protamnion haben wir früher die gemeinsame Stammform der drei höheren Wirbelthierklassen bezeichnet, aus welcher als zwei divergente Zweige die Proreptilien einerseits, die Promammalien andrerseits sich entwickelten (S. 528). Sie entstand aus unbekannten Schwanzlurchen durch gänzlichen Verlust der Kiemen, Bildung des Amnion, der Schnecke und des runden Fensters im Gehörorgan, und der Thränenorgane. Ihre Entstehung fällt wahrscheinlich in den Beginn der mesolithischen oder Sekundärzeit, vielleicht schon gegen das Ende der Primärzeit, in die permische Periode. Der sichere Beweis für ihre einstmalige Existenz liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Amnionthiere. Denn alle Reptilien, Vögel und Säugethiere mit Inbegriff des Menschen stim-

men in so zahlreichen wichtigen Eigenthümlichkeiten überein, daß sie mit voller Sicherheit als Descendenten einer einzigen gemeinsamen Stammform, des Protamnion, zu erkennen sind.

Sechszehnte Stufe: **Stammsäuger (Promammalia).**

Unter unseren Vorfahren von der sechszehnten bis zur zweiundzwanzigsten Stufe wird uns bereits heimischer zu Muthe. Sie gehören alle der großen und wohlbekannten Klasse der Säugethiere an, deren Grenzen auch wir selbst bis jetzt noch nicht überschritten haben. Die gemeinsame, längst ausgestorbene und unbekannte Stammform aller Säugethiere, die wir als Promammale bezeichneten, stand jedenfalls unter allen jetzt noch lebenden Thieren dieser Klasse den Schnabelthieren oder Ornithostomen am nächsten (Ornithorhynchus, Echidna, S. 538). Jedoch war sie von letzteren durch vollständige Bezahnung des Gebisses verschieden. Die Schnabelbildung der heutigen Schnabelthiere ist jedenfalls als ein später entstandener Anpassungscharakter zu betrachten. Die Promammalien entstanden aus den Protamnien (wahrscheinlich erst im Beginn der Sekundärzeit, in der Trias-Periode) durch mancherlei Fortschritte in der inneren Organisation, sowie durch Umbildung der Epidermisschuppen zu Haaren und Bildung einer Milchdrüse, welche Milch zur Ernährung der Jungen lieferte. Der sichere Beweis dafür, daß die Promammalien, als die gemeinsamen Stammformen aller Säugethiere, auch zu unseren Ahnen gehörten, liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Säugethiere und des Menschen.

Siebzehnte Stufe: **Beutelthiere (Marsupialia).**

Die drei Unterklassen der Säugethiere stehen, wie wir früher sahen, der Art im Zusammenhang, daß die Beutelthiere sowohl in anatomischer, als auch in ontogenetischer und phylogenetischer Beziehung den unmittelbaren Uebergang zwischen den Monotremen und Placentalthieren vermitteln (S. 549). Daher müssen sich auch Vorfahren des Menschen unter den Beutelthieren befunden haben. Sie entstanden aus den Monotremen, zu denen auch die Stammsäu-

ger oder Promammalien gehörten, durch Trennung der Kloake in Mastdarm und Urogenitalsinus, durch Bildung einer Brustwarze an der Milchdrüse, und durch theilweise Rückbildung der Schlüsselbeine. Die ältesten Beutelthiere lebten jedenfalls bereits in der Jura-Periode (vielleicht schon in der Trias-Zeit) und durchliefen während der Kreidezeit eine Reihe von Stufen, welche die Entstehung der Placentalien vorbereiteten. Den sicheren Beweis für unsere Abstammung von Beutelthieren, welche den heute noch lebenden Opossum und Känguruh im wesentlichen inneren Bau nahe standen, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Säugethiere.

Achtzehnte Stufe: Halbaffen (Prosimiae).

Eine der wichtigsten und interessantesten Ordnungen unter den Säugethieren bildet, wie wir schon früher sahen, die kleine Gruppe der Halbaffen. Sie enthält die unmittelbaren Stammformen der echten Affen, und somit auch des Menschen. Unsere Halbaffen-Ahnen besaßen vermuthlich nur ziemlich entfernte äußere Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden kurzfüßigen Halbaffen (Brachytarsi), namentlich den Maki, Indri und Lori (S. 558). Sie entstanden (wahrscheinlich im Beginn der caenolithischen oder Tertiärzeit) aus unbekannten, den Beutelratten verwandten Beutelthieren durch Bildung einer Placenta, Verlust des Beutels und der Beutelknochen, und stärkere Entwickelung des Schwielenkörpers im Gehirn. Der sichere Beweis, daß die echten Affen, und somit auch unser eigenes Geschlecht, direkt von den Halbaffen herkommen, ist in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Placentalthiere zu suchen.

Neunzehnte Stufe: Schwanzaffen (Menocerca).

Unter den beiden Abtheilungen der echten Affen, die sich aus den Halbaffen entwickelten, besitzt nur diejenige der Schmalnasen oder Katarhinen nähere Blutsverwandtschaft mit dem Menschen. Unsere älteren Vorfahren aus dieser Gruppe waren vielleicht ähnlich den heute noch lebenden Nasenaffen und Schlankaffen (Semnopithecus), mit demselben Gebiß und derselben Schmalnase wie der Mensch;

aber noch mit dichtbehaartem Körper und einem langen Schwanze (S. 571). Diese geschwänzten schmalnasigen Affen (Catarhina menocerca) entstanden aus den Halbaffen durch Umbildung des Gebisses und Verwandlung der Krallen an den Zehen in Nägel, wahrscheinlich schon in der älteren Tertiärzeit. Der sichere Beweis für unsere Abstammung von geschwänzten Katarhinen liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Affen und Menschen.

Zwanzigste Stufe: **Menschenaffen (Anthropoides).**

Unter allen heute noch lebenden Affen stehen dem Menschen am nächsten die großen schwanzlosen Schmalnasen, der Orang und Gibbon in Asien, der Gorilla und Schimpanse in Afrika. Diese Menschenaffen oder Anthropoiden entstanden wahrscheinlich während der mittleren Tertiärzeit, in der miocaenen Periode. Sie entwickelten sich aus den geschwänzten Katarhinen der vorigen Stufe, mit denen sie im Wesentlichen übereinstimmen, durch Verlust des Schwanzes, theilweisen Verlust der Behaarung und überwiegende Entwickelung des Gehirntheiles über den Gesichtstheil des Schädels. Direkte Vorfahren des Menschen sind unter den heutigen Anthropoiden nicht mehr zu suchen, wohl aber unter den unbekannten ausgestorbenen Menschenaffen der Miocaenzeit. Den sicheren Beweis für die frühere Existenz derselben liefert die vergleichende Anatomie der Menschenaffen und der Menschen.

Einundzwanzigste Stufe: **Affenmenschen (Pithecanthropi).**

Obwohl die vorhergehende Ahnenstufe den echten Menschen bereits so nahe steht, daß man kaum noch eine vermittelnde Zwischenstufe anzunehmen braucht, können wir als eine solche dennoch die sprachlosen Urmenschen (Alali) betrachten. Diese Affenmenschen oder Pithekanthropen lebten wahrscheinlich erst gegen Ende der Tertiärzeit. Sie entstanden aus den Menschenaffen oder Anthropoiden durch die vollständige Angewöhnung an den aufrechten Gang und die dem entsprechende stärkere Differenzirung der beiden Beinpaare. Die „Vorderhand" der Anthropoiden wurde bei ihnen zur Menschen-

hand, die „Hinterhand" dagegen zum Gangfuß. Obgleich diese Affenmenschen so nicht bloß durch ihre äußere Körperbildung, sondern auch durch ihre innere Geistesentwickelung dem eigentlichen Menschen schon viel näher als die Menschenaffen gestanden haben werden, fehlte ihnen dennoch das eigentliche Hauptmerkmal des Menschen, die articulirte menschliche Wortsprache und die damit verbundene Entwickelung des höheren Selbstbewußtseins und der Begriffsbildung. Der sichere Beweis, daß solche sprachlose Urmenschen oder Affenmenschen dem sprechenden Menschen vorausgegangen sein müssen, ergiebt sich für den denkenden Menschen aus der vergleichenden Sprachforschung (aus der „vergleichenden Anatomie" der Sprache), und namentlich aus der Entwickelungsgeschichte der Sprache, sowohl bei jedem Kinde („glottische Ontogenese"), als bei jedem Volke („glottische Phylogenese").

Zweiundzwanzigste Stufe: **Menschen (Homines).**

Die echten Menschen entwickelten sich aus den Affenmenschen der vorhergehenden Stufe durch die allmählige Ausbildung der thierischen Lautsprache zur gegliederten oder articulirten Wortsprache. Mit der Entwickelung dieser Funktion ging natürlich diejenige ihrer Organe, die höhere Differenzirung des Kehlkopfs und des Gehirns, Hand in Hand. Der Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten oder sprechenden Menschen erfolgte wahrscheinlich erst im Beginn der Quartärzeit oder der Diluvial-Periode, vielleicht aber auch schon früher, in der jüngeren Tertiärzeit. Da nach der übereinstimmenden Ansicht der meisten bedeutenden Sprachforscher nicht alle menschlichen Sprachen von einer gemeinsamen Ursprache abzuleiten sind, so müssen wir einen mehrfachen Ursprung der Sprache und dem entsprechend auch einen mehrfachen Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten, sprechenden Menschen annehmen.

Ahnenreihe des menschlichen Stammbaums.

MN = Grenze zwischen den wirbellosen Ahnen und den Wirbelthier-Ahnen.

Zeitalter der organischen Erdgeschichte	Geologische Perioden der organischen Erdgeschichte	Thierische Ahnenstufen des Menschen	Lebende nächste Verwandte der Ahnenstufen
I. Archolithische oder Primordial-Zeit	1. Laurentische Periode 2. Cambrische Periode 3. Silurische Periode	1. Moneren (Monera)	Protogenes Protamoeba
		2. Einzellige Urthiere	Einfache Amoeben (Autamoebae)
		3. Vielzellige Urthiere	Amoebengemeinden (Synamoebia)
		4. Flimmerschwärmer (Planaeada)	Planula-Larven
		5. Urdarmthiere (Gastraeada)	Gastrula-Larven
		6. Urwürmer (Archelminthes)	Strudelwürmer (Turbellaria)
		7. Weichwürmer (Scolecida)	? zwischen den Strudelwürmern und Seescheiden
		8. Chordathiere (Chordonia)	Seescheiden (Ascidiae)
		M - N	
	(Vergl. S. 352 und Taf. XIV nebst Erklärung)	9. Schädellose (Acrania)	Lanzetthiere (Amphioxi)
		10. Unpaarnasen (Monorhina)	Lampreten (Petromyzontes)
		11. Urfische (Selachii)	Haifische (Squalacei)
II. Palaeolithische oder Primär-Zeit	4. Devon-Periode 5. Steinkohlen-Periode 6. Permische Periode	12. Lurchfische (Dipneusta)	Molchfische (Protoptera)
		13. Kiemenlurche (Sozobranchia)	Olm (Proteus) Axoloti (Siredon)
		14. Schwanzlurche (Sozura)	Wassermolche (Tritones)
III. Mesolithische oder Sekundär-Zeit	7. Trias-Periode 8. Jura-Periode 9. Kreide-Periode	15. Uramnioten (Protamnia)	? zwischen den Schwanzlurchen und Urfängern
		16. Urfänger (Promammalia)	Schnabelthiere (Monotrema)
		17. Beutelthiere (Marsupialia)	Beutelratten (Didelphyes)
IV. Caenolithische oder Tertiär-Zeit	10. Eocaen-Periode 11. Miocaen-Periode 12. Pliocaen-Periode	18. Halbaffen (Prosimiae)	Lori (Stenops) Maki (Lemur)
		19. Geschwänzte Katarhinen	Nasenaffen, Schlankaffen
		20. Menschenaffen oder schwanzlose Katarhinen	Gorilla, Schimpanse, Orang, Gibbon
		21. Sprachlose Menschen oder Affenmenschen	Taubstumme, Arctinen und Microcephalen
V. Quartär-Zeit	13. Diluvial-Periode 14. Alluvial-Periode	22. Sprechende Menschen	Australier und Papuas

Dreiundzwanzigſter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung des Menſchengeſchlechts. Menſchenarten und Menſchenraſſen.

Alter des Menſchengeſchlechts. Urſachen der Entſtehung deſſelben. Der Urſprung der menſchlichen Sprache. Einſtämmiger (monophyletiſcher) und vielſtämmiger (polyphyletiſcher) Urſprung des Menſchengeſchlechts. Abſtammung der Menſchen von vielen Paaren. Klaſſifikation der Menſchenraſſen. Syſtem der zwölf Menſchenarten. Wollhaarige Menſchen oder Ulotrichen. Büſchelhaarige (Papuas, Hottentotten). Bließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menſchen oder Liſſotrichen. Straffhaarige (Auſtralier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menſchen (Südaſien oder Lemurien). Beſchaffenheit des Urmenſchen. Zahl der Urſprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menſchengeſchlechts. Geographiſche Verbreitung der Menſchenarten.

Meine Herren! Der reiche Schatz von Kenntniſſen, welchen wir in der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte der Wirbelthiere beſitzen, geſtattet uns ſchon jetzt, die wichtigſten Grundzüge des menſchlichen Stammbaums in der Weiſe feſtzuſtellen, wie es in den letzten Vorträgen geſchehen iſt. Deſſen ungeachtet dürfen Sie aber nicht erwarten, die menſchliche Stammesgeſchichte oder Phylogenie, die fortan die Grundlage der Anthropologie und ſomit auch aller anderen Wiſſenſchaften bilden wird, in allen Einzelnheiten jetzt ſchon befriedigend überſehen zu können. Vielmehr muß der Ausbau dieſer wichtigſten Wiſſenſchaft, zu der wir nun den erſten Grund le-

gen können, den genaueren und eingehenderen Forschungen der Zukunft vorbehalten bleiben. Das gilt auch von denjenigen specielleren Verhältnissen der menschlichen Phylogenie, auf welche wir jetzt schließlich noch einen flüchtigen Blick werfen wollen, nämlich von den Fragen nach Zeit und Ort der Entstehung des Menschengeschlechts, sowie der verschiedenen Arten und Rassen, in welche sich dasselbe differenzirt hat.

Was zunächst den Zeitraum der Erdgeschichte betrifft, innerhalb dessen langsam und allmählich die Umbildung der menschenähnlichsten Affen zu den affenähnlichsten Menschen statt fand, so läßt sich dieser natürlich nicht nach Jahren, auch nicht nach Jahrhunderten bestimmen. Nur das können wir aus den, in den letzten Vorträgen angeführten Gründen mit voller Sicherheit behaupten, daß der Mensch jedenfalls von placentalen Säugethieren abstammt. Da aber von diesen Placentalthieren versteinerte Reste nur in den tertiären Gesteinen gefunden werden, so kann auch das Menschengeschlecht frühestens innerhalb der Tertiärzeit aus den vervollkommneten Menschenaffen sich entwickelt haben. Das Wahrscheinlichste ist, daß dieser wichtigste Vorgang in der irdischen Schöpfungsgeschichte gegen Ende der Tertiärzeit stattfand, also in der pliocenen, vielleicht schon in der miocenen Periode, vielleicht aber auch erst im Beginn der Diluvialzeit. Jedenfalls lebte der Mensch als solcher in Mitteleuropa schon während der Diluvialzeit, gleichzeitig mit vielen großen, längst ausgestorbenen Säugethieren, namentlich dem diluvialen Elephanten oder Mammuth (Elephas primigenius), dem wollhaarigen Nashorn (Rhinoceros tichorhinus), dem Riesenhirsch (Cervus euryceros), dem Höhlenbär (Ursus spelaeus), der Höhlenhyäne (Hyaena spelaea), dem Höhlentiger (Felis spelaea) ꝛc. Die Resultate, welche die neuere Geologie und Archäologie über diesen fossilen Menschen der Diluvialzeit und seine thierischen Zeitgenossen an das Licht gefördert hat, sind vom höchsten Interesse. Da aber eine eingehende Betrachtung derselben den uns gesteckten Raum bei weitem überschreiten würde, so begnüge ich mich hier damit, ihre hohe

Bedeutung im Allgemeinen hervorzuheben, und verweise Sie bezüglich des Besonderen auf die zahlreichen Schriften, welche in neuester Zeit über die Urgeschichte des Menschen erschienen sind, namentlich auf die vortrefflichen Werke von Charles Lyell[30]), Carl Vogt[27]), Friedrich Rolle[28]), John Lubbock[44]), L. Büchner[43]) u. s. w.

Die zahlreichen interessanten Entdeckungen, mit denen uns diese ausgedehnten Untersuchungen der letzten Jahre über die Urgeschichte des Menschengeschlechts beschenkt haben, stellen die wichtige (auch aus vielen anderen Gründen schon längst wahrscheinliche) Thatsache außer Zweifel, daß die Existenz des Menschengeschlechts als solchen jedenfalls auf mehr als zwanzigtausend Jahre zurückgeht. Wahrscheinlich sind aber seitdem mehr als hunderttausend Jahre, vielleicht viele Hunderte von Jahrtausenden verflossen, und es muß im Gegensatz dazu sehr komisch erscheinen, wenn noch heute unsere Kalender die „Erschaffung der Welt nach Calvisius" vor 5821 Jahren geschehen lassen.

Mögen Sie nun den Zeitraum, während dessen das Menschengeschlecht bereits als solches existirte und sich über die Erde verbreitete, auf zwanzigtausend, oder auf hunderttausend, oder auf viele hunderttausend Jahre anschlagen, jedenfalls ist derselbe verschwindend gering gegen die unfaßbare Länge der Zeiträume, welche für die stufenweise Entwickelung der langen Ahnenkette des Menschen erforderlich waren. Das geht schon hervor aus der sehr geringen Dicke, welche alle diluvialen Ablagerungen im Verhältniß zu den tertiären, und diese wiederum im Verhältniß zu den vorhergegangenen besitzen (vergl. S. 352). Aber auch die unendlich lange Reihe der schrittweise sich langsam entwickelnden Thiergestalten, von dem einfachsten Moner bis zum Amphioxus, von diesem bis zum Urfisch, vom Urfisch bis zum ersten Säugethiere und von diesem wiederum bis zum Menschen, erheischt zu ihrer historischen Entwickelung eine Reihenfolge von Zeiträumen, die wahrscheinlich viele Millionen von Jahrtausenden umfassen (vergl. S. 115).

Diejenigen Entwickelungsvorgänge, welche zunächst die Entstehung der affenähnlichsten Menschen aus den menschenähnlichsten Affen

veranlaßten, ſind in zwei Anpaſſungsthätigkeiten der letzteren zu ſuchen, welche vor allen anderen die Hebel zur Menſchwerdung waren: der aufrechte Gang und die gegliederte Sprache. Dieſe beiden phyſiologiſchen Funktionen entſtanden nothwendig zugleich mit zwei entſprechenden morphologiſchen Umbildungen, mit denen ſie in der engſten Wechſelwirkung ſtehen, nämlich Differenzirung der beiden Gliedmaßenpaare und Differenzirung des Kehlkopfs. Die wichtige Vervollkommnung dieſer Organe und ihrer Functionen mußte aber drittens nothwendig auf die Differenzirung des Gehirns und der davon abhängigen Seelenthätigkeiten mächtig zurückwirken, und damit war der Weg für die unendliche Laufbahn eröffnet, in welcher ſich ſeitdem der Menſch fortſchreitend entwickelt, und ſeine thieriſchen Vorfahren ſo weit überflügelt hat. (Gen. Morph. II, 430.)

Als den erſten und älteſten Fortſchritt von dieſen drei mächtigen Entwickelungsbewegungen des menſchlichen Organismus haben wir wohl die höhere Differenzirung und Vervollkommnung der Extremitäten hervorzuheben, welche durch die Gewöhnung an den aufrechten Gang herbeigeführt wurde. Indem die Vorderfüße immer ausſchließlicher die Funktion des Greifens und Betaſtens, die Hinterfüße dagegen immer ausſchließlicher die Funktion des Auftretens und Gehens übernahmen und beibehielten, bildete ſich jener Gegenſatz zwiſchen Hand und Fuß aus, welcher zwar dem Menſchen nicht ausſchließlich eigenthümlich, aber doch viel ſtärker bei ihm entwickelt iſt, als bei den menſchenähnlichſten Affen. Dieſe Differenzirung der vorderen und hinteren Extremität war aber nicht allein für ihre eigene Ausbildung und Vervollkommnung höchſt vortheilhaft, ſondern ſie hatte zugleich eine ganze Reihe von ſehr wichtigen Veränderungen in der übrigen Körperbildung im Gefolge. Die ganze Wirbelſäule, namentlich aber Beckengürtel und Schultergürtel, ſowie die dazu gehörige Muskulatur, erlitten dadurch diejenigen Umbildungen, durch welche ſich der menſchliche Körper von demjenigen der menſchenähnlichſten Affen unterſcheidet. Wahrſcheinlich vollzogen

sich diese Umbildungen schon lange vor Entstehung der gegliederten Sprache, und es existirte das Menschengeschlecht schon geraume Zeit mit seinem aufrechten Gange und der dadurch herbeigeführten charakteristischen menschlichen Körperform, ehe sich die eigentliche Ausbildung der menschlichen Sprache und damit der zweite und wichtigere Theil der Menschwerdung vollzog. Wir können daher wohl mit Recht als eine besondere (21ste) Stufe unserer menschlichen Ahnenreihe den sprachlosen Menschen (Alalus) oder Affenmenschen (Pithecanthropus) unterscheiden, welcher zwar körperlich dem Menschen in allen wesentlichen Merkmalen schon gleichgebildet, aber noch ohne den Besitz der gegliederten Wortsprache war.

Die Entstehung der gegliederten Wortsprache, und die damit verbundene höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Kehlkopfs haben wir erst als die spätere, zweite und wichtigste Stufe in dem Entwickelungsvorgang der Menschwerdung zu betrachten. Sie war es ohne Zweifel, welche vor allem die tiefe Kluft zwischen Mensch und Thier schaffen half, und welche zunächst auch die bedeutendsten Fortschritte in der Seelenthätigkeit und der damit verbundenen Vervollkommnung des Gehirns veranlaßte. Allerdings existirt eine Sprache als Mittheilung von Empfindungen, Bestrebungen und Gedanken auch bei sehr vielen Thieren, theils als Gebärdensprache oder Zeichensprache, theils als Tastsprache oder Berührungssprache, theils als Lautsprache oder Tonsprache. Allein eine wirkliche Wortsprache oder Begriffssprache, eine sogenannte „gegliederte oder artikulirte" Sprache, welche die Laute durch Abstraction zu Worten umbildet und die Worte zu Sätzen verbindet, ist, so viel wir wissen, ausschließliches Eigenthum des Menschen.

Mehr als alles Andere mußte die Entstehung der menschlichen Sprache veredelnd und umbildend auf das menschliche Seelenleben und somit auf das Gehirn einwirken. Die höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Gehirns, und des Geisteslebens als der höchsten Funktion des Gehirns, entwickelte sich in unmittelbarer Wechselwirkung mit seiner Aeußerung durch die

Sprache. Daher konnten die bedeutendſten Vertreter der vergleichenden Sprachforſchung in der Entwickelung der menſchlichen Sprache mit Recht den wichtigſten Scheidungsprozeß des Menſchen von ſeinen thieriſchen Vorfahren erblicken. Dies hat namentlich Auguſt Schleicher in ſeinem Schriftchen „Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeſchichte des Menſchen" hervorgehoben [34]). In dieſem Verhältniß iſt einer der engſten Berührungspunkte zwiſchen der vergleichenden Zoologie und der vergleichenden Sprachkunde gegeben, und hier ſtellt die Entwickelungstheorie für die letztere die Aufgabe, den Urſprung der Sprache Schritt für Schritt zu verfolgen. Dieſe eben ſo intereſſante als wichtige Aufgabe iſt in neueſter Zeit von mehreren Seiten mit Glück in Angriff genommen worden, ſo insbeſondere von Lazarus Geiger und Wilhelm Bleek, welcher ſeit vielen Jahren in Südafrika mit dem Studium der Sprachen der niederſten Menſchenraſſen beſchäftigt und dadurch beſonders zur Löſung dieſer Frage befähigt iſt. Wie ſich die verſchiedenen Sprachformen, gleich allen anderen organiſchen Formen und Funktionen, durch den Prozeß der natürlichen Züchtung entwickelt, und in viele Arten und Abarten zerſplittert haben, hat namentlich Auguſt Schleicher der Selectionstheorie entſprechend erörtert [6]).

Den Prozeß der Sprachbildung ſelbſt hier weiter zu verfolgen, haben wir keinen Raum, und ich verweiſe Sie in dieſer Beziehung namentlich auf die wichtige, eben erwähnte Schrift von Wilhelm Bleek „über den Urſprung der Sprache" [35]). Dagegen müſſen wir noch eines der wichtigſten hierauf bezüglichen Reſultate der vergleichenden Sprachforſchung hervorheben, welches für den Stammbaum der Menſchenarten von höchſter Bedeutung iſt, daß nämlich die menſchliche Sprache wahrſcheinlich einen vielheitlichen oder polyphyletiſchen Urſprung hat. Die menſchliche Sprache als ſolche entwickelte ſich wahrſcheinlich erſt, nachdem die Gattung des ſprachloſen Urmenſchen oder Affenmenſchen in mehrere Arten oder Species auseinander gegangen war. Bei jeder von dieſen Menſchenarten, und vielleicht ſelbſt bei verſchiedenen Unterarten und Abarten

dieser Species, entwickelte sich die Sprache selbstständig und unabhängig von den andern. Wenigstens giebt Schleicher, eine der ersten Autoritäten auf diesem Gebiete, an, daß „schon die ersten Anfänge der Sprache, im Laute sowohl als nach den Begriffen und Anschauungen, welche lautlich reflektirt wurden, und ferner nach ihrer Entwickelungsfähigkeit, verschieden gewesen sein müssen. Denn es ist positiv unmöglich, alle Sprachen auf eine und dieselbe Ursprache zurückzuführen. Vielmehr ergeben sich der vorurtheilsfreien Forschung so viele Ursprachen, als sich Sprachstämme unterscheiden lassen“[34]). Ebenso nehmen auch Friedrich Müller[42]) und andere bedeutende Linguisten eine selbstständige und unabhängige Entstehung der Sprachstämme und ihrer Ursprachen an. Bekanntlich entsprechen aber die Grenzen dieser Sprachstämme und ihrer Verzweigungen keineswegs immer den Grenzen der verschiedenen Menschenarten oder sogenannten „Rassen“, welche wir auf Grund körperlicher Charaktere im Menschengeschlecht unterscheiden. Hierin, sowie in den verwickelten Verhältnissen der Rassenmischung und der vielfältigen Bastardbildung, liegt die große Schwierigkeit, welche die weitere Verfolgung des menschlichen Stammbaums in seine einzelnen Zweige, die Arten, Rassen, Abarten u. s. w., darbietet.

Trotz dieser großen und bedenklichen Schwierigkeiten können wir nicht umhin, hier noch einen flüchtigen Blick auf diese weitere Verzweigung des menschlichen Stammbaums zu werfen und dabei die viel besprochene Frage vom einheitlichen oder vielheitlichen Ursprung des Menschengeschlechts, seinen Arten oder Rassen, vom Standpunkte der Descendenztheorie aus zu beleuchten. Bekanntlich stehen sich in dieser Frage seit langer Zeit zwei große Parteien gegenüber, die Monophyleten und Polyphyleten. Die Monophyleten (oder Monogenisten) behaupten den einheitlichen Ursprung und die Blutsverwandtschaft aller Menschenarten. Die Polyphyleten (oder Polygenisten) dagegen sind der Ansicht, daß die verschiedenen Menschenarten oder Rassen selbstständigen Ursprungs sind. Nach den vorhergehenden genealogischen Untersuchungen kann es Ihnen nicht zweifel-

haft ſein, daß *im weiteren Sinne* jedenfalls die *monophyletiſche* Anſicht die richtige iſt. Denn vorausgeſetzt auch, daß die Umbildung menſchenähnlicher Affen zu Menſchen mehrmals ſtattgefunden hätte, ſo würden doch jene Affen ſelbſt durch den einheitlichen Stammbaum der ganzen Affenordnung wiederum zuſammenhängen. Es könnte ſich daher immer nur um einen näheren oder entfernteren Grad der eigentlichen Blutsverwandtſchaft handeln. Im *engeren Sinne* dagegen wird wahrſcheinlich die *polyphyletiſche* Anſchauung inſofern Recht behalten, als die verſchiedenen Urſprachen ſich ganz unabhängig von einander entwickelt haben. Wenn man alſo die Entſtehung der gegliederten Wortſprache als den eigentlichen Hauptakt der Menſchwerdung anſieht, und die Arten des Menſchengeſchlechts nach ihrem Sprachſtamme unterſcheiden will, ſo könnte man ſagen, daß die verſchiedenen Menſchenarten unabhängig von einander entſtanden ſeien, indem verſchiedene Zweige der aus den Affen unmittelbar entſtandenen ſprachloſen Urmenſchen ſich ſelbſtſtändig ihre Urſprachen bildeten. Immerhin würden natürlich auch dieſe an ihrer Wurzel entweder weiter oben oder tiefer unten wieder zuſammenhängen und alſo doch ſchließlich alle von einem gemeinſamen Urſtamme abzuleiten ſein.

Wenn wir nun an dieſer letzteren Ueberzeugung allerdings feſthalten, und wenn wir aus vielen Gründen der Anſicht ſind, daß die verſchiedenen Species der ſprachloſen Urmenſchen alle von einer gemeinſamen Affenmenſchen-Form abſtammen, ſo wollen wir damit natürlich *nicht* ſagen, daß „*alle Menſchen von einem Paare abſtammen*.“ Dieſe letztere Annahme, welche unſere moderne indogermaniſche Bildung aus dem ſemitiſchen Mythus der moſaiſchen Schöpfungsgeſchichte herübergenommen hat, iſt auf keinen Fall haltbar. Der ganze berühmte Streit, ob das Menſchengeſchlecht von einem Paar abſtammt oder nicht, beruht auf einer vollkommen falſchen Frageſtellung. Er iſt ebenſo ſinnlos, wie der Streit, ob alle Jagdhunde oder alle Rennpferde von einem Paare abſtammen. Mit demſelben Rechte könnte man fragen, ob alle Deutſchen oder alle Engländer

„von einem Paare abſtammen“ u. ſ. w. Ein „erſtes Menſchenpaar“ oder ein „erſter Menſch“ hat überhaupt niemals exiſtirt, ſo wenig es jemals ein erſtes Paar oder ein erſtes Individuum von Engländern, Deutſchen, Rennpferden oder Jagdhunden gegeben hat. Immer erfolgt natürlich die Entſtehung einer neuen Art aus einer beſtehenden Art in der Weiſe, daß eine lange Kette von vielen verſchiedenen Individuen an dem langſamen Umbildungsprozeß betheiligt iſt. Angenommen, daß wir alle die verſchiedenen Paare von Menſchenaffen und Affenmenſchen neben einander vor uns hätten, die zu den wahren Vorfahren des Menſchengeſchlechts gehören, ſo würde es doch ganz unmöglich ſein, ohne die größte Willkür eines von dieſen Affenmenſchen-Paaren als „das erſte Paar“ zu bezeichnen. Ebenſowenig kann man auch jede der zwölf Menſchenraſſen oder Species, die wir ſogleich betrachten wollen, von einem „erſten Paare“ ableiten.

Die Schwierigkeiten, denen wir bei der Klaſſifikation der verſchiedenen Menſchenraſſen oder Menſchenarten begegnen, ſind ganz dieſelben, welche uns die Syſtematik der Thier- und Pflanzenarten bereitet. Hier wie dort ſind die ſcheinbar ganz verſchiedenen Formen doch meiſtens durch eine Kette von vermittelnden Uebergangsformen mit einander verknüpft. Hier wie dort kann der Streit, was Art oder Species, und was Raſſe oder Varietät iſt, niemals entſchieden werden. Bekanntlich nahm man ſeit Blumenbach an, daß das Menſchengeſchlecht in fünf Raſſen oder Varietäten zerfalle, nämlich: 1) die äthiopiſche oder ſchwarze Raſſe (afrikaniſche Neger); 2) die malayiſche oder braune Raſſe (Malayen, Polyneſier und Auſtralier); 3) die mongoliſche oder gelbe Raſſe (die Hauptbevölkerung Aſiens und die Eskimos Nordamerikas); 4) die amerikaniſche oder rothe Raſſe (die Ureinwohner Amerikas); und 5) die kaukaſiſche oder weiße Raſſe (Europäer, Nordafrikaner und Südweſt-Aſiaten). Dieſe fünf Menſchenraſſen ſollten alle, der jüdiſchen Schöpfungsſage entſprechend, „von einem Paare“, Adam und Eva, abſtammen, und demgemäß nur Varietäten einer Art oder Species ſein. Indeſſen kann bei unbefangener Vergleichung kein Zweifel darüber exiſtiren, daß die Unterſchiede

dieſer fünf Raſſen eben ſo groß und noch größer ſind, als die „ſpecifiſchen Unterſchiede", auf deren Grund die Zoologen und Botaniker anerkannt gute Thier- und Pflanzenarten („bonae species") unterſcheiden. Mit Recht behauptet daher der treffliche Paläontologe Quenſtedt: „Wenn Neger und Kaukaſier Schnecken wären, ſo würden die Zoologen mit allgemeiner Uebereinſtimmung ſie für zwei ganz vortreffliche Species ausgeben, die nimmermehr durch allmähliche Abweichung von einem Paare entſtanden ſein könnten."

Die Merkmale, durch welche man gewöhnlich die Menſchenraſſen unterſcheidet, ſind theils der Haarbildung, theils der Hautfarbe, theils der Schädelbildung entnommen. In letzterer Beziehung unterſcheidet man als zwei extreme Formen Langköpfe und Kurzköpfe. Bei den Langköpfen (Dolichocephali), deren ſtärkſte Ausbildung ſich bei den Negern und Auſtraliern findet, iſt der Schädel langgeſtreckt, ſchmal, von rechts nach links zuſammengedrückt. Bei den Kurzköpfen (Brachycephali) dagegen iſt der Schädel umgekehrt von vorn nach hinten zuſammengedrückt, kurz und breit, wie es namentlich bei den Mongolen in die Augen ſpringt. Die zwiſchen beiden Extremen in der Mitte ſtehenden Mittelköpfe (Mesocephali) ſind namentlich bei den Amerikanern vorherrſchend. In jeder dieſer drei Gruppen kommen Schiefzähnige (Prognathi) vor, bei denen die Kiefer, wie bei der thieriſchen Schnauze, ſtark vorſpringen und die Vorderzähne daher ſchief nach vorn gerichtet ſind, und Gradzähnige (Orthognathi), bei denen die Kiefer wenig vorſpringen und die Vorderzähne ſenkrecht ſtehen. Man hat in den letzten zehn Jahren ſehr viel Mühe und Zeit an die genaueſte Unterſuchung und Meſſung der Schädelformen gewendet, ohne daß dieſe durch entſprechende Reſultate belohnt worden wären. Denn innerhalb einer einzigen Species, wie z. B. der mittelländiſchen, kann die Schädelform ſo variiren, daß man in derſelben extreme Gegenſätze findet. Viel beſſere Anhaltpunkte für die Klaſſifikation der menſchlichen Species liefert die Beſchaffenheit der Behaarung und der Sprache, weil dieſe ſich viel ſtrenger als die Schädelform vererben.

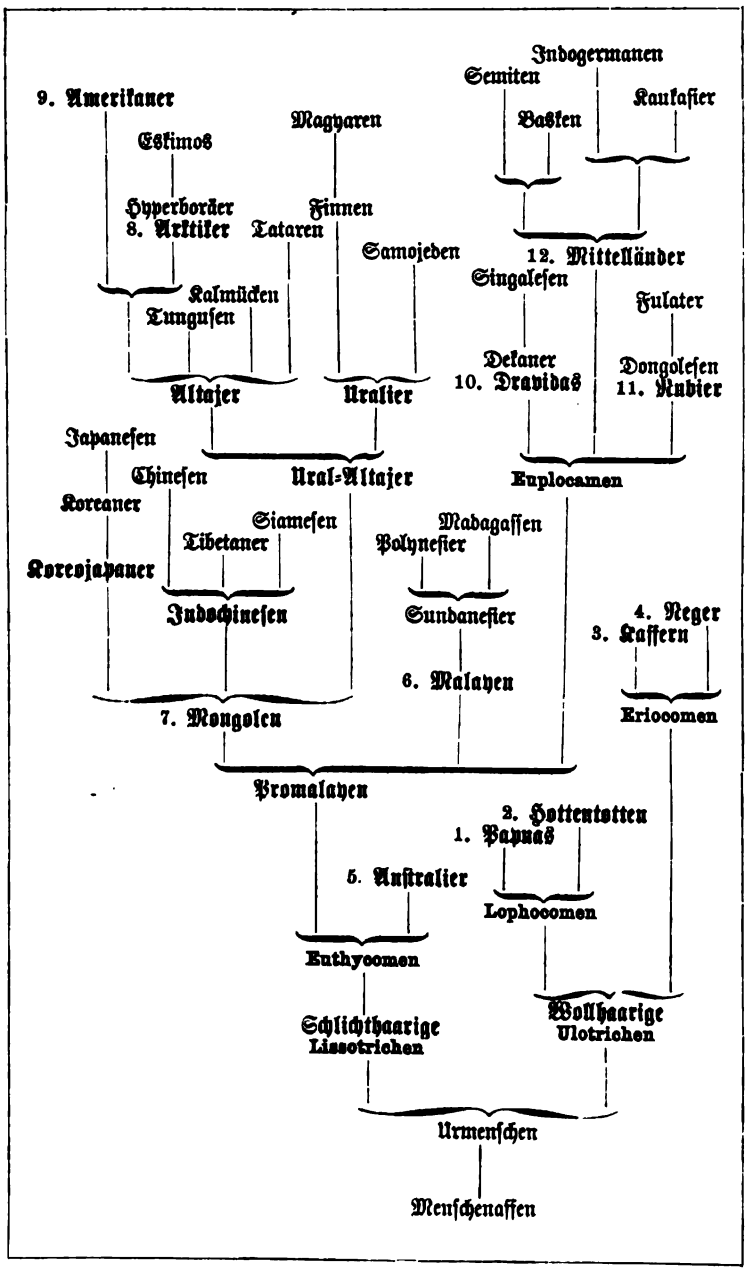
Insbesondere scheint die vergleichende Sprachforschung hier maßgebend zu werden. In der neuesten vortrefflichen Bearbeitung der Menschenrassen, welche der Wiener Sprachforscher Friedrich Müller in seiner ausgezeichneten Ethnographie[42]) gegeben hat, ist die Sprache mit Recht in den Vordergrund gestellt. Demnächst ist die Beschaffenheit des Kopfhaares von großer Bedeutung. An sich allerdings ein untergeordneter morphologischer Charakter, scheint sich dieselbe dennoch streng innerhalb der Rasse zu vererben. Von den zwölf Menschen-Species, die wir im Folgenden unterscheiden (S. 604), zeichnen sich die vier niederen Arten durch die wollige Beschaffenheit der Kopfhaare aus; jedes Haar ist bandartig abgeplattet und erscheint daher auf dem Querschnitt länglich rund. Wir können diese vier Arten von Wollhaarigen (Ulotriches) in zwei Gruppen bringen, in Büschelhaarige und Vließhaarige. Bei den Büschelhaarigen (Lophocomi), den Papuas und Hottentotten, wachsen die Kopfhaare, ungleichmäßig vertheilt, in kleinen Büscheln. Bei den Vließhaarigen (Eriocomi) dagegen, den Kaffern und Negern, sind die Wollhaare gleichmäßig über die ganze Kopfhaut vertheilt. Alle Ulotrichen oder Wollhaarigen sind schiefzähnig und langköpfig. Die Farbe der Haut, des Haares und der Augen ist stets sehr dunkel. Alle sind Bewohner der südlichen Erdhälfte; nur in Afrika überschreiten sie den Aequator. Im Allgemeinen stehen sie auf einer viel tieferen Entwickelungsstufe und den Affen viel näher, als die meisten Lissotrichen oder Schlichthaarigen. Einer wahren inneren Kultur und einer höheren geistigen Durchbildung sind die Ulotrichen unfähig, auch unter so günstigen Anpassungsbedingungen, wie sie ihnen jetzt in den vereinigten Staaten Nordamerikas geboten werden. Kein kraushaariges Volk hat jemals eine bedeutende „Geschichte" gehabt.

Bei den acht höheren Menschenrassen, die wir als Schlichthaarige (Lissotriches) zusammenfassen, ist das Kopfhaar niemals eigentlich wollig, auch wenn es bei einzelnen Individuen sich stark kräuselt. Jedes einzelne Haar ist nämlich cylindrisch (nicht bandförmig) und daher auf dem Querschnitt kreisrund (nicht länglich rund).

Syſtematiſche Ueberſicht

der 12 Menſchen-Arten und ihrer 36 Raſſen. (Vergl. Taf. XV.)

Species	Raſſe	Heimath	Einwanderung von
1. Papua Homo papua	1. Negritos	Malacca, Philippinen	Weſten
	2. Neoguineer	Neuguinea	Weſten
	3. Melaneſier	Melaneſien	Nordweſten
	4. Tasmanier	Vandiemensland	Nordoſten
2. Hottentotte H. hottentottus	5. Hottentotten	Capland	Nordoſten
	6. Buſchmänner	Capland	Nordoſten
3. Kaffer Homo cafer	7. Zulukaffern	Oeſtliches Südafrika	Norden
	8. Beſchuanen	Centrales Südafrika	Nordoſten
	9. Congokaffern	Weſtliches Südafrika	Oſten
4. Neger Homo niger	10. Tibu-Neger	Tibu-Land	Südoſten
	11. Sudan-Neger	Sudan	Oſten
	12. Senegambier	Senegambien	Oſten
	13. Nigritier	Nigritien	Oſten
5. Auſtralier H. australis	14. Nordauſtralier	Nordauſtralien	Norden
	15. Südauſtralier	Südauſtralien	Norden
6. Malaye Homo malayus	16. Sundaneſier	Sunda-Archipel	Weſten
	17. Polyneſier	Paciſiſcher Archipel	Weſten
	18. Madagaſſen	Madagascar	Oſten
7. Mongole Homo mongolus	19. Indochineſen	Tibet, China	Süden
	20. Coreo-Japaner	Corea, Japan	Südweſten
	21. Altajer	Mittelaſien, Nordaſien	Süden
	22. Uralier	Nordweſtaſien, Nordeuropa, Ungarn	Südoſten
8. Arktiker H. arcticus	23. Hyperboräer	Nordöſtlichſtes Aſien	Südweſten
	24. Eskimos	Nördlichſtes Amerika	Weſten
9. Amerikaner Homo americanus	25. Nordamerikaner	Nordamerika	Nordweſten
	26. Mittelamerikaner	Mittelamerika	Norden
	27. Südamerikaner	Südamerika	Norden
	28. Patagonier	Südlichſtes Amerika	Norden
10. Dravidas H. dravida	29. Dekaner	Vorder-Indien	Oſten?
	30. Singaleſen	Ceylon	Norden?
11. Nubier H. nuba	31. Dongoleſen	Nubien	Oſten
	32. Fulater	Fula-Land (Mittelafrika)	Oſten
12. Mittelländer Homo mediterraneus	33. Kaukaſier	Kaukaſus	Südoſten
	34. Basken	Nördlichſtes Spanien	Süden?
	35. Semiten	Arabien, Nordafrika ꝛc.	Oſten
	36. Indogermanen	Südweſtaſien, Europa ꝛc.	Südoſten


Indogermanen
Semiten
Kaukaſier
9. Amerikaner
Magyaren
Basken
Eskimos
Hyperboräer
8. Arktiker
Finnen
Tataren
Samojeden
12. Mittelländer
Singaleſen
Kalmücken
Fulater
Tunguſen
Dekaner
Dongoleſen
Altajer
Uralier
10. Dravidas
11. Nubier
Japaneſen
Chineſen
Ural-Altajer
Euplocamen
Koreaner
Siameſen
Madagaſſen
Tibetaner
Polyneſier
Koreajapaner
Indochineſen
Sundaneſier
4. Neger
3. Kaffern
6. Malayen
7. Mongolen
Eriocomen
Promalayen
2. Hottentotten
1. Papuas
5. Auſtralier
Lophocomen
Euthycomen
Wollhaarige
Ulotrichen
Schlichthaarige
Lissotrichen
Urmenſchen
Menſchenaffen

Auch die acht liſſotrichen Species können wir auf zwei Gruppen vertheilen: Straffhaarige und Lockenhaarige. Zu den Straffhaarigen (Euthycomi), bei denen das Kopfhaar ganz glatt und ſtraff, nicht gekräuſelt iſt, gehören die Auſtralier, Malayen, Mongolen, Arktiker und Amerikaner. Zu den Lockenhaarigen (Euplocami) dagegen, bei denen das Kopfhaar mehr oder weniger lockig und auch der Bart mehr als bei allen anderen Arten entwickelt iſt, gehören die Dravidas, Nubier und Mittelländer. (Vergl. Taf. XV am Ende.)

Bevor wir nun den Verſuch wagen, die phyletiſche Divergenz des Menſchengeſchlechts und den genealogiſchen Zuſammenhang ſeiner verſchiedenen Arten hypothetiſch zu beleuchten, wollen wir eine kurze Schilderung der zwölf genannten Species und ihrer Verbreitung vorausſchicken. Um die geographiſche Verbreitung derſelben klar zu überſehen, müſſen wir uns um drei oder vier Jahrhunderte zurückverſetzen, in die Zeit, wo die indiſche Inſelwelt und Amerika eben erſt entdeckt war, und wo die gegenwärtige vielfache Miſchung der Species, insbeſondere die Ueberfluthung durch die indogermaniſche Raſſe, noch nicht ſo vorgeſchritten war. Wir beginnen, von den niederſten Stufen aufſteigend, mit den wollhaarigen Menſchen (Ulotriches), welche ſämmtlich prognathe Dolichocephalen ſind.

Unter den jetzt noch lebenden Menſchenarten ſteht der urſprünglichen Stammform der wollhaarigen Menſchen am nächſten vielleicht der Papua (Homo papua). Dieſe Species bewohnt gegenwärtig nur noch die große Inſel Neuguinea und den öſtlich davon gelegenen Archipel von Melaneſien (die Salomons-Inſeln, Neu-Kaledonien, die neuen Hebriden u. ſ. w.). Zerſtreute Reſte derſelben finden ſich aber auch noch im Innern der Halbinſel Malacca, ſowie auf vielen anderen Inſeln des großen paciſiſchen Archipels; meiſtens in den unzugänglichen gebirgigen Theilen des Innern, ſo namentlich auf den Philippinen. Auch die kürzlich ausgeſtorbenen Tasmanier oder die Bevölkerung von Vandiemsland gehörte zu dieſer Art. Aus dieſen und anderen Umſtänden geht hervor, daß die Papuas früher einen viel weiteren Verbreitungsbezirk im Südoſten Aſiens beſaßen.

Sie wurden aus dieſem durch die Malayen verdrängt, und nach Oſten fortgeſchoben. Alle Papuas ſind von ſchwarzer Hautfarbe, die bald mehr in das Bräunliche, bald mehr in das Bläuliche ſpielt. Die krauſen Haare wachſen in Büſcheln, ſind ſpiralig gewunden, und oft über einen Fuß lang, ſo daß ſie eine mächtige, weit abſtehende wollige Perücke bilden. Das Geſicht zeigt unter einer ſchmalen, eingedrückten Stirn eine große aufgeſtülpte Naſe und dicke, aufgeworfene Lippen. Durch ihre eigenthümliche Haarbildung und Sprache unterſcheiden ſich die Papuas von ihren ſchlichthaarigen Nachbarn, ſowohl von den Malayen, als von den Auſtraliern ſo weſentlich, daß man ſie als eine ganz beſondere Species betrachten muß.

Den Papuas durch den büſcheligen Haarwuchs nahe verwandt, obwohl räumlich weit von ihnen geſchieden, ſind die Hottentotten (Homo hottentottus). Sie bewohnen ausſchließlich das ſüdlichſte Afrika, das Kapland und die nächſtangrenzenden Theile, und ſind hier von Nordoſten her eingewandert. Gleich ihren Stammesgenoſſen, den Papuas, nahmen auch die Hottentotten früher viel größeren Raum (wahrſcheinlich das ganze öſtliche Afrika) ein und gehen jetzt ihrem Ausſterben entgegen. Außer den eigentlichen Hottentotten, von denen jetzt nur noch die beiden Stämme der Koraka (im öſtlichen Kapland) und der Namaka (im weſtlichen Kapland) exiſtiren, gehören hierher auch die Buſchmänner (im gebirgigen Inneren des Kaplandes). Bei allen dieſen Hottentotten wächſt das krauſe Haar ebenſo in Büſcheln, wie bei den Papuas, ähnlich einer Bürſte. Beide Species ſtimmen auch darin überein, daß ſich im Geſäß des weiblichen Geſchlechts eine beſondere Neigung zur Anhäufung großer Fettmaſſen zeigt (Steatopygie). Die Hautfarbe der Hottentotten iſt aber viel heller, gelblich braun. Das ſehr platte Geſicht zeichnet ſich durch kleine Stirn und Naſe, aber große Naſenlöcher aus. Der Mund iſt ſehr breit, mit großen Lippen, das Kinn ſchmal und ſpitz. Die Sprache iſt durch viele ganz eigenthümliche Schnalzlaute ausgezeichnet.

Die nächſten Nachbarn und Verwandten der Hottentotten ſind

die Kaffern (Homo cafer). Dieſe kraushaarige Menſchenart unterſcheidet ſich jedoch, ebenſo wie die folgende (die echten Neger) von den Hottentotten und Papuas dadurch, daß das wollige Haar nicht büſchelweiſe vertheilt iſt, ſondern als dichtes Vließ den Kopf bedeckt. Die Farbe der Haut durchläuft alle Abſtufungen von dem gelblichen Braun der Hottentotten bis zu dem Braunſchwarz oder reinen Schwarz des echten Negers. Während man früher der Kaffernraſſe einen ſehr engen Verbreitungsbezirk anwies und ſie meiſt nur als eine Varietät des echten Negers betrachtete, zählt man dagegen jetzt zu dieſer Species faſt die geſammte Bevölkerung des äquatorialen Afrika von 20 Grad ſüdlicher bis 4 Grad nördlicher Breite, mithin alle Südafrikaner mit Ausſchluß der Hottentotten. Insbeſondere gehören dahin an der Oſtküſte die Zulu-, Zambeſi- und Moſambik-Völker, im Inneren die große Völkerfamilie der Beſchuanen oder Setſchuanen, und an der Weſtküſte die Herrero- und Congo-Stämme. Auch ſie ſind, wie die Hottentotten, von Nordoſten her eingewandert. Von den Negern, mit denen man die Kaffern gewöhnlich vereinigte, unterſcheiden ſie ſich ſehr weſentlich durch die Schädelbildung und die Sprache. Das Geſicht iſt lang und ſchmal, die Stirn hoch und gewölbt, die Naſe vorſpringend, oft gebogen, die Lippen nicht ſo ſtark aufgeworfen und das Kinn ſpitz. Die mannichfaltigen Sprachen der verſchiedenen Kaffern-Stämme laſſen ſich alle von einer ausgeſtorbenen Urſprache, der Bantu-Sprache, ableiten.

Der echte Neger (Homo niger) bildet gegenwärtig, nachdem man Kaffern, Hottentotten und Nubier von ihm abgetrennt hat, eine viel weniger umfangreiche Menſchen-Art, als man früher annahm. Es gehören dahin jetzt nur noch die Tibus im öſtlichen Theile der Sahara, die Sudan-Völker oder Sudaner, welche zunächſt im Süden dieſer großen Wüſte wohnen, und die Bevölkerung der weſtafrikaniſchen Küſtenländer, von der Mündung des Senegal im Norden, bis unterhalb der Niger-Mündung im Süden (Senegambier und Nigritier). Die echten Neger ſind demnach zwiſchen den Aequator und den nördlichen Wendekreis eingeſchloſſen, und haben dieſen letzteren nur

mit einem kleinen Theile der Tibu-Rasse im Osten überschritten. Innerhalb dieser Zone hat die Neger-Art sich von Osten her ausgebreitet. Die Hautfarbe der echten Neger ist stets ein mehr oder minder reines Schwarz. Die Haut ist sammetartig anzufühlen, und durch eine eigenthümliche übelriechende Ausdünstung ausgezeichnet. Während die Neger in der wolligen Behaarung des Kopfes mit den Kaffern übereinstimmen, unterscheiden sie sich von ihnen nicht unwesentlich durch die Gesichtsbildung. Die Stirn ist flacher und niedriger, die Nase breit und dick, nicht vorspringend, die Lippen stark wulstig aufgetrieben, und das Kinn sehr kurz. Ausgezeichnet sind ferner die echten Neger durch sehr dünne Waden und sehr lange Arme. Schon sehr frühzeitig muß sich diese Menschen-Species in viele einzelne Stämme zersplittert haben, da ihre zahlreichen und ganz verschiedenen Sprachen sich durchaus nicht auf eine Ursprache zurückführen lassen.

Den vier eben betrachteten wollhaarigen Menschen-Arten stehen nun als anderer Hauptzweig der Gattung die schlichthaarigen Menschen (Homines lissotriches) gegenüber. Von den acht Arten dieser letzteren lassen sich, wie wir sahen, fünf Species als Straffhaarige (Euthycomi) und drei Species als Lockenhaarige (Euplocami) zusammenfassen. Wir betrachten zunächst die ersteren, zu denen die Urbevölkerung von dem größten Theile Asiens und von ganz Amerika gehört.

Auf der tiefsten Stufe unter allen schlichthaarigen Menschen, und im Ganzen vielleicht unter allen noch lebenden Menschen-Arten stehen die Australier oder Australneger (Homo australis). Diese Species scheint ausschließlich auf die große Insel Australien beschränkt zu sein. Sie gleicht dem echten afrikanischen Neger durch die schwarze oder schwarzbraune und übelriechende Haut, durch die stark schiefzähnige und langköpfige Schädelform, die zurücktretende Stirn, breite Nase und dick aufgeworfene Lippen, sowie durch den fast gänzlichen Mangel der Waden. Dagegen unterscheiden sich die Australneger sowohl von den echten Negern, als von ihren nächsten Nachbarn, den

Papuas, durch viel ſchwächeren, feineren Knochenbau, und namentlich durch die Bildung des Kopfhaares, welches nicht wollig-kraus, ſondern entweder ganz ſchlicht oder nur ſchwach gelockt iſt. Die ſehr tiefe körperliche und geiſtige Ausbildungsſtufe der Auſtralier iſt zum Theil vielleicht nicht urſprünglich, ſondern durch Rückbildung, durch Anpaſſung an die ſehr ungünſtigen Exiſtenzbedingungen Auſtraliens entſtanden. Wahrſcheinlich ſind die Auſtralneger, als ein ſehr früh abgezweigter Aſt der Euthykomen, von Norden oder Nordweſten her in ihre gegenwärtige Heimath eingewandert. Vielleicht ſind ſie den Dravidas, und mithin den Euplokamen, näher verwandt als den übrigen Euthykomen. Die ganz eigenthümliche Sprache der Auſtralier zerſplittert ſich in ſehr zahlreiche kleine Zweige, die in eine nördliche und eine ſüdliche Abtheilung ſich gruppiren.

Eine genealogiſch wichtige, obwohl nicht umfangreiche Menſchen-Species bilden die Malayen (Homo malayus), die braune Menſchenraſſe der früheren Ethnographie. Eine ausgeſtorbene, ſüdaſiatiſche Menſchen-Art, welche den heutigen Malayen ſehr nahe ſtand, iſt wahrſcheinlich als die gemeinſame Stammform dieſer und der folgenden, höheren Menſchen-Arten anzuſehen. Wir wollen dieſe hypothetiſche Stammart als Urmalayen oder Promalayen bezeichnen. Die heutigen Malayen zerfallen in zwei weit zerſtreute Raſſen, in die Sundaneſier, welche Malakka und die Sunda-Inſeln (Sumatra, Java, Borneo ꝛc.) ſowie die Philippinen bevölkern, und die Polyneſier, welche über den größten Theil des paciſiſchen Archipels ausgebreitet ſind. Die nördliche Grenze ihres weiten Verbreitungsbezirks wird öſtlich von den Sandwich-Inſeln (Hawai), weſtlich von den Marianen-Inſeln (Ladronen) gebildet; die ſüdliche Grenze dagegen öſtlich von dem Mangareva-Archipel, weſtlich von Neuſeeland. Ein weit nach Weſten verſchlagener einzelner Zweig der Sundaneſier ſind die Bewohner von Madagascar. Dieſe weite pelagiſche Verbreitung der Malayen erklärt ſich aus ihrer beſonderen Neigung für das Schifferleben. Als ihre Urheimath iſt der ſüdöſtliche Theil des aſiatiſchen Feſtlandes zu betrachten, von wo aus ſie ſich

nach Osten und Süden verbreiteten und die Papuas vor sich her drängten. In der körperlichen Bildung stehen die Malayen unter den übrigen Arten den Mongolen am nächsten, ziemlich nahe aber auch den lockigen Mittelländern. Der Schädel ist meist kurzköpfig, seltener mittelköpfig, und sehr selten langköpfig. Das Haar ist schlicht und straff, oft jedoch etwas gelockt. Die Hautfarbe ist braun, bald mehr gelblich oder zimmtbraun, bald mehr röthlich oder kupferbraun, seltener dunkelbraun. In der Gesichtsbildung stehen die Malayen zum großen Theil in der Mitte zwischen den Mongolen und Mittelländern. Oft sind sie von letzteren kaum zu unterscheiden. Das Gesicht ist meist breit, mit vorspringender Nase und dicken Lippen, die Augen nicht so enggeschlitzt und schief, wie bei den Mongolen. Alle Malayen und Polynesier bezeugen ihre nahe Stammesverwandtschaft durch ihre Sprache, welche sich zwar schon frühzeitig in viele kleine Zweige zersplitterte, aber doch immer von einer gemeinsamen, ganz eigenthümlichen Ursprache ableitbar ist.

Die individuenreichste von allen Menschen-Arten bildet neben dem mittelländischen der mongolische Mensch (Homo mongolicus). Dahin gehören alle Bewohner des asiatischen Festlandes, mit Ausnahme der Hyperboräer im Norden, der wenigen Malayen im Südosten (Malakka), der Dravidas in Vorderindien, und der Mittelländer im Südwesten. In Europa ist diese Menschen-Art durch die Finnen und Lappen im Norden, die Magyaren in Ungarn und vielleicht einen Theil der Türken vertreten. Die Hautfarbe der Mongolen ist stets durch den gelben Grundton ausgezeichnet, bald heller erbsengelb oder selbst weißlich, bald dunkler braungelb. Das Haar ist immer straff und schwarz. Die Schädelform ist bei der großen Mehrzahl entschieden kurzköpfig (namentlich bei den Kalmücken, Baschkiren u. s. w.), häufig auch mittelköpfig (Tataren, Chinesen u. s. w.). Dagegen kommen echte Langköpfe unter ihnen gar nicht vor. In der runden Gesichtsbildung sind die enggeschlitzten, oft schief geneigten Augen auffallend, die stark vorstehenden Backenknochen, breite Nase und dicken Lippen. Die Sprache aller Mongolen läßt sich

wahrscheinlich auf eine gemeinsame Ursprache zurückführen. Doch stehen sich als zwei früh getrennte Hauptzweige die einsilbigen Sprachen der indo-chinesischen Rasse und die mehrsilbigen Sprachen der übrigen mongolischen Rassen gegenüber. Zu dem einsilbigen oder monosyllaben Stamme der Indochinesen gehören die Tibetaner, Birmanen, Siamesen und Chinesen. Die übrigen, die vielsilbigen oder polysyllaben Mongolen zerfallen in drei Rassen, nämlich 1) die Koreo-Japaner (Koreaner und Japanesen); 2) die Altajer (Tataren, Türken, Kirgisen, Kalmücken, Burjäten, Tunguſen); und 3) die Uralier (Samojeden, Finnen). Von den Finnen stammt auch die magyarische Bevölkerung Ungarns ab.

Als eine Abzweigung der mongolischen Menschen-Art ist der Polarmensch (Homo arcticus) zu betrachten. Wir fassen unter dieser Bezeichnung die Bewohner der arktischen Polarländer in beiden Hemisphären zusammen, die Eskimos (und Grönländer) in Nordamerika, und die Hyperboräer im nordöstlichen Asien (Jukagiren, Tschuktschen, Kurjäken und Kamtschadalen). Durch Anpassung an das Polarklima ist diese Menschenform so eigenthümlich umgebildet, daß man sie wohl als Vertreter einer besonderen Species betrachten kann. Ihre Statur ist niedrig und untersetzt, die Schädelform mittelköpfig oder sogar langköpfig, die Augen eng und schief geschlitzt, wie bei den Mongolen, auch die Backenknochen vorstehend und der Mund breit. Das Haar ist straff und schwarz. Die Hautfarbe ist heller oder dunkler bräunlich, bald fast weißlich oder mehr gelb, wie bei den Mongolen, bald mehr röthlich, wie bei den Amerikanern. Die Sprachen der Polarmenschen sind noch wenig bekannt, jedoch sowohl von den mongolischen, als von den amerikanischen verschieden. Wahrscheinlich sind die Arktiker als zurückgebliebene und eigenthümlich angepaßte Zweige jenes Mongolen-Stammes zu betrachten, der aus dem nordöstlichen Asien nach Nordamerika hinüberwanderte und diesen Erdtheil bevölkerte.

Zur Zeit der Entdeckung Amerikas war dieser Erdtheil (von den Eskimos abgesehen) nur von einer einzigen Menschenart bevöl-

kert, den Rothhäuten oder Amerikanern (Homo americanus). Unter allen übrigen Menschenarten sind ihr die beiden vorigen am nächsten verwandt. Insbesondere ist die Schädelform meistens der Mittelkopf, selten Kurzkopf oder Langkopf. Die Stirn ist breit und sehr niedrig, die Nase groß, vortretend und oft gebogen, die Backenknochen vortretend, die Lippen eher dünn, als dick. Das Haar ist schwarz und straff. Die Hautfarbe ist durch rothen Grundton ausgezeichnet, welcher jedoch bald rein kupferroth oder heller röthlich, bald mehr dunkler rothbraun, gelbbraun oder olivenbraun wird. Die zahlreichen Sprachen der verschiedenen amerikanischen Rassen und Stämme sind außerordentlich verschieden, aber doch in der ursprünglichen Anlage wesentlich übereinstimmend. Wahrscheinlich ist Amerika zuerst vom nordöstlichen Asien her bevölkert worden, von demselben Mongolen-Stamme, von dem auch die Arktiker (Hyperboräer und Eskimos) sich abgezweigt haben. Zuerst breitete sich dieser Stamm in Nordamerika aus und wanderte erst von da aus über die Landenge von Central-Amerika hinunter nach Südamerika, in dessen südlichster Spitze die Species durch Anpassung an sehr ungünstige Existenz-Bedingungen eine starke Rückbildung erfuhr. Möglicher Weise sind aber von Westen her außer Mongolen auch Polynesier in Amerika eingewandert und haben sich mit diesen vermischt. Jedenfalls sind die Ureinwohner Amerikas aus der alten Welt herübergekommen, und keineswegs, wie Einige meinten, aus amerikanischen Affen entstanden. Katarhinen oder schmalnasige Affen haben zu keiner Zeit in Amerika existirt.

Die drei Menschen-Species, welche wir nun noch unterscheiden, die Dravidas, Nubier und Mittelländer, stimmen in mancherlei Eigenthümlichkeiten überein, welche eine nähere Verwandtschaft derselben zu begründen scheinen und sie von den vorhergehenden unterscheiden. Dahin gehört vor Allen die Entwickelung eines starken Barthaares, welches allen übrigen Species entweder ganz fehlt oder nur sehr spärlich auftritt. Das Haupthaar ist gewöhnlich nicht so straff und glatt, wie bei den fünf vorhergehenden Arten, sondern meistens mehr oder

weniger gelockt. Auch andere Charaktere ſcheinen dafür zu ſprechen, daß wir dieſelben in einer Hauptgruppe, den Lockenhaarigen (Euplocami), vereinigen können.

Der gemeinſamen Stammform der Euplokamen, und vielleicht aller Liſſotrichen, ſehr nahe ſcheint der Dravida-Menſch zu ſtehen (Homo dravida). Gegenwärtig iſt dieſe uralte Species nur noch durch die Dekhan-Völker im ſüdlichen Theile Vorder-Indiens und durch die benachbarten Bewohner der Gebirge des nordöſtlichen Ceylon vertreten. Früher aber ſcheint dieſelbe ganz Vorderindien eingenommen und auch noch weiter ſich ausgedehnt zu haben. Sie zeigt einerſeits Verwandtſchafts-Beziehungen zu den Auſtraliern und Malayen, anderſeits zu den Mongolen und Mittelländern. Die Hautfarbe iſt ein lichteres oder dunkleres Braun, bei einigen Stämmen mehr gelbbraun, bei anderen faſt ſchwarzbraun. Das Haupthaar iſt, wie bei den Mittelländern, mehr oder weniger gelockt, weder ganz glatt, wie bei den Euthykomen, noch eigentlich wollig, wie bei den Ulotrichen. Auch durch den ausgezeichnet ſtarken Bartwuchs gleichen ſie den Mittelländern. Ihre ovale Geſichtsbildung ſcheint theils derjenigen der Malayen, theils derjenigen der Mittelländer am nächſten verwandt zu ſein. Gewöhnlich iſt die Stirn hoch, die Naſe vorſpringend, ſchmal, die Lippen wenig aufgeworfen. Ihre Sprache iſt gegenwärtig ſtark mit indogermaniſchen Elementen vermiſcht, ſcheint aber urſprünglich von einer ganz eigenthümlichen Urſprache abzuſtammen.

Nicht weniger Schwierigkeiten, als die Dravida-Species, hat den Ethnographen der Nubier (Homo nuba) verurſacht, unter welchem Namen wir nicht nur die eigentlichen Nubier (Schangallas oder Dongoleſen), ſondern auch die ganz nahe verwandten Fulas oder Fellatas begreifen. Die eigentlichen Nubier bewohnen die oberen Nil-Länder (Dongola, Schangalla, Barabra, Kordofan); die Fulas oder Fellatas dagegen ſind von da aus weit nach Weſten gewandert und bewohnen jetzt einen breiten Strich im Süden der weſtlichen Sahara, eingekeilt zwiſchen die Sudaner im Norden und die Nigritier im Süden. Gewöhnlich werden die Nuba- und Fula-Völker entweder

zu den Negern oder zu den hamitischen Völkern (also Mittelländern) gerechnet, unterscheiden sich aber von Beiden so wesentlich, daß man sie als eine besondere Art betrachten muß. Wahrscheinlich nahm dieselbe früher einen großen Theil des nordöstlichen Afrika ein. Die Hautfarbe der Nuba- und Fula-Völker ist gelbbraun oder rothbraun, seltener dunkelbraun bis schwarz. Das Haar ist nicht wollig, sondern nur lockig, oft sogar fast ganz schlicht; die Haarfarbe ist dunkelbraun oder schwarz. Der Bartwuchs ist viel stärker als bei den Negern entwickelt. Die ovale Gesichtsbildung nähert sich mehr dem mittelländischen als dem Neger-Typus. Die Stirn ist hoch und breit, die Nase vorspringend und nicht platt gedrückt, die Lippen nicht so stark aufgeworfen wie beim Neger. Die Sprachen der Nubischen Völker scheinen mit denjenigen der echten Neger gar keine Verwandtschaft zu besitzen.

An die Spitze aller Menschenarten hat man von jeher als die höchst entwickelte und vollkommenste den kaukasischen oder mittelländischen Menschen (Homo mediterraneus) gestellt. Gewöhnlich wird diese Form als „kaukasische Rasse" bezeichnet. Da jedoch grade der kaukasische Zweig unter allen Rassen dieser Species die wenigst bedeutende ist, so ziehen wir die von Friedrich Müller vorgeschlagene, viel passendere Bezeichnung des Mediterran-Menschen oder Mittelländers vor. Denn die wichtigsten Rassen dieser Species, welche zugleich die bedeutendsten Faktoren der sogenannten „Weltgeschichte" sind, haben sich an den Gestaden des Mittelmeeres zu ihrer ersten Blüthe entwickelt. Der frühere Verbreitungsbezirk dieser Art wird durch die Bezeichnung der „indo-atlantischen" Species ausgedrückt, während dieselbe gegenwärtig sich über die ganze Erde verbreitet und die meisten übrigen Menschen-Species im Kampfe ums Dasein überwindet. In körperlicher, wie in geistiger Beziehung, kann sich keine andere Menschenart mit der mittelländischen messen. Sie allein hat (abgesehen von der mongolischen Species) eigentlich „Geschichte" gemacht. Sie allein hat jene Blüthe der Kultur entwickelt, welche den Menschen über die ganze übrige Natur zu erheben scheint.

Die Charaktere, durch welche sich der mittelländische Mensch von den anderen Arten des Geschlechts unterscheidet, sind allbekannt. Unter den äußeren Kennzeichen tritt die helle Hautfarbe in den Vordergrund; jedoch zeigt diese alle Abstufungen von reinem Weiß oder Röthlich-weiß, durch Gelb und Gelbbraun, bis zum Dunkelbraunen oder selbst Schwarzbraunen. Der Haarwuchs ist meistens stark, das Haupthaar mehr oder weniger lockig, das Barthaar stärker, als bei allen übrigen Arten. Die Schädelform zeigt einen großen Breitengrad der Entwickelung; überwiegend sind im Ganzen wohl die Mittelköpfe; aber auch Langköpfe und Kurzköpfe sind weit verbreitet. Der Körperbau im Ganzen erreicht nur bei dieser einzigen Menschenart jenes Ebenmaß aller Theile und jene gleichmäßige Entwickelung, welche wir als den Typus vollendeter menschlicher Schönheit bezeichnen. Die Sprachen aller Rassen dieser Species lassen sich keineswegs auf eine einzige gemeinsame Ursprache zurückführen; vielmehr sind mindestens vier solche, von Grund aus verschiedene Ursprachen anzunehmen. Dem entsprechend muß man auch vier verschiedene, nur unten an der Wurzel zusammenhängende Rassen innerhalb dieser einen Species annehmen. Zwei von diesen Rassen, die Basken und Kaukasier, existiren nur noch in geringen Ueberbleibseln. Die Basken, welche früher ganz Spanien und Südfrankreich bevölkerten, leben jetzt nur noch in einem schmalen Striche an der nördlichen Küste Spaniens, im Grunde der Bucht von Biscaya. Die Reste der kaukasischen Rasse (die Dagheſtaner, Tscherkessen, Mingrelier und Georgier) sind jetzt auf das Gebirgsland des Kaukasus zurückgedrängt. Sowohl die Sprache der Kaukasier als die der Basken ist durchaus eigenthümlich und läßt sich weder auf die semitische noch auf die indogermanische Ursprache zurückführen.

Auch die Sprachen der beiden Hauptrassen der mediterranen Species, die semitische und indogermanische, lassen sich nicht auf einen gemeinsamen Stamm zurückführen, und es müssen daher diese beiden Rassen schon sehr frühzeitig sich von einander getrennt haben. Semiten und Indogermanen stammen von verschiedenen Affenmenschen ab.

Die semitiſche Raſſe ſpaltete ſich ebenfalls ſchon ſehr früh in zwei divergirende Zweige, den egyptiſchen und den arabiſchen Zweig. Der egyptiſche oder afrikaniſche Zweig, die Dyſſemiten, welche wohl auch als Hamiten gänzlich von den Semiten getrennt werden, umfaßt die alte Bevölkerung Egyptens, ferner die große Gruppe der Berber, welche ganz Nordafrika inne haben und früher auch die canariſchen Inſeln bewohnten, und endlich die Gruppe der Aethiopier (Bedſcha, Galla, Danakil, Somali und andere Völker, welche das ganze nordöſtliche Küſtenland von Afrika bis zum Aequator herab bevölkern). Der arabiſche oder aſiatiſche Zweig dagegen, die Euſemiten, auch wohl Semiten im engeren Sinne genannt, umfaßt die Bewohner der großen arabiſchen Halbinſel, die uralte Familie der eigentlichen Araber („Urtypus des Semiten"), und ſodann die höchſt entwickelte Semiten-Gruppe, die Juden oder Hebräer und die Aramäer (Syrier und Chaldäer). Eine Colonie der ſüdlichen Araber (der Himjariten), welche über die Bab-el-Mandeb-Enge ſetzte, hat Abeſſinien bevölkert (vergl. S. 624).

Die indogermaniſche Raſſe endlich, welche alle übrigen Menſchenraſſen in der geiſtigen Entwickelung weit überflügelt hat, ſpaltete ſich gleich der ſemitiſchen ſehr früh ſchon in zwei divergente Zweige, den ario-romaniſchen und ſlavo-germaniſchen Zweig. Aus dem erſteren gingen einerſeits die Arier (Inder und Iraner), andrerſeits die Gräcoromanen (Griechen und Albaneſen, Italer und Kelten) hervor. Aus dem ſlavo-germaniſchen Zweige entwickelten ſich einerſeits die Slaven (ruſſiſche und bulgariſche, cechiſche und baltiſche Stämme), andrerſeits die Germanen (Scandinavier und Deutſche, Niederländer und Angelſachſen). Wie ſich die weitere Verzweigung der indogermaniſchen Raſſe auf Grund der vergleichenden Sprachforſchung im Einzelnen genau verfolgen läßt, hat Auguſt Schleicher in ſehr anſchaulicher Form genealogiſch entwickelt[6]) (vergl. S. 625).

Die Geſammtzahl der menſchlichen Individuen, welche gegenwärtig leben, beträgt zwiſchen 1300 und 1400 Millionen. Auf unſerer tabellariſchen Ueberſicht (S. 626) ſind 1350 Millionen als Mittel an-

genommen. Davon kommen nach ungefährer Schätzung, ſoweit ſolche überhaupt möglich iſt, nur etwa 150 Millionen auf die wollhaarigen, dagegen 1200 Millionen auf die ſchlichthaarigen Menſchen. Die beiden höchſt entwickelten Species, Mongolen und Mittelländer, übertreffen an Individuenmaſſe bei weitem alle übrigen Menſchenarten, indem auf jede derſelben allein ungefähr 550 Millionen kommen (vgl. Friedrich Müller Ethnographie S. XXX). Natürlich wechſelt das Zahlenverhältniß der zwölf Species mit jedem Jahre, und zwar nach dem von Darwin entwickelten Geſetze, daß im Kampfe ums Daſein die höher entwickelten, begünſtigteren und größeren Formengruppen die beſtimmte Neigung und die ſichere Ausſicht haben, ſich immer mehr auf Koſten der niederen, zurückgebliebenen und kleineren Gruppen auszubreiten. So hat die mittelländiſche Species, und innerhalb derſelben die indogermaniſche Raſſe, vermöge ihrer höheren Gehirnentwickelung alle übrigen Raſſen und Arten im Kampf ums Daſein überflügelt, und ſpannt ſchon jetzt das Netz ihrer Herrſchaft über die ganze Erdkugel aus. Erfolgreich concurriren kann mit den Mittelländern, wenigſtens in gewiſſer Beziehung, nur die mongoliſche Species. Innerhalb der Tropengegenden ſind die Neger, Kaffern und Nubier, die Malayen und Dravidas durch ihre beſſere Anpaſſungsfähigkeit an das heiße Klima, ebenſo in den Polargegenden die Arktiker durch ihr kaltes Klima, vor dem Andringen der Indogermanen einigermaßen geſchützt. Dagegen werden die übrigen Raſſen, die ohnehin ſehr zuſammengeſchmolzen ſind, den übermächtigen Mittelländern im Kampf ums Daſein früher oder ſpäter gänzlich erliegen. Schon jetzt gehen die Amerikaner und Auſtralier mit raſchen Schritten ihrer völligen Ausrottung entgegen, und daſſelbe gilt auch von den Papuas und Hottentotten.

Indem wir uns nun zu der eben ſo intereſſanten als ſchwierigen Frage von dem verwandtſchaftlichen Zuſammenhang, den Wanderungen und der Urheimath der 12 Menſchenarten wenden, will ich im Voraus bemerken, daß bei dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer anthropologiſchen Kenntniſſe jede Antwort auf dieſe Frage nur als eine proviſoriſche Hypotheſe gelten kann. Es ver-

hält sich damit nicht anders, als mit jeder genealogischen Hypothese, die wir uns auf Grund des „natürlichen Systems" von dem Ursprung verwandter Thier- und Pflanzenarten machen können. Durch die nothwendige Unsicherheit dieser speciellen Descendenz-*Hypothesen* wird aber die absolute Sicherheit der generellen Descendenz-*Theorie* in keinem Falle erschüttert. Der Mensch stammt jedenfalls von Katarhinen oder schmalnasigen Affen ab, mag man nun mit den *Polyphyleten* jede Menschenart in ihrer Urheimath aus einer besonderen Affenart entstanden sein lassen, oder mag man mit den *Monophyleten* annehmen, daß alle Menschenarten erst durch Differenzirung aus einer einzigen Species von *Urmensch* (Homo primigenius) entstanden sind.

Aus vielen und wichtigen Gründen halten wir diese letztere, monophyletische Hypothese für die richtigere, und nehmen demnach für das Menschengeschlecht *eine einzige Urheimath* an, in der dasselbe sich aus einer längst ausgestorbenen anthropoiden Affenart entwickelt hat. Von den jetzt existirenden fünf Welttheilen kann weder Australien, noch Amerika, noch Europa diese Urheimath oder das sogenannte „Paradies", die „Wiege des Menschengeschlechts", sein. Vielmehr deuten die meisten Anzeichen auf das *südliche Asien*. Außer dem südlichen Asien könnte von den gegenwärtigen Festländern nur noch *Afrika* in Frage kommen. Es giebt aber eine Menge von Anzeichen (besonders chorologische Thatsachen), welche darauf hindeuten, daß die Urheimath des Menschen ein jetzt unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener Kontinent war, welcher sich im Süden des jetzigen Asiens (und wahrscheinlich mit ihm in direktem Zusammenhang) einerseits östlich bis nach Hinterindien und den Sunda-Inseln, andrerseits westlich bis nach Madagascar und dem südöstlichen Afrika erstreckte. Wir haben schon früher erwähnt, daß viele Thatsachen der Thier- und Pflanzengeographie die frühere Existenz eines solchen südindischen Kontinents sehr wahrscheinlich machen (vergl. S. 321). Derselbe ist von dem Engländer *Sclater* wegen der für ihn charakteristischen Halbaffen *Lemuria* genannt worden. Wenn

wir dieſes Lemurien als Urheimath annehmen, ſo läßt ſich daraus am leichteſten die geographiſche Verbreitung der divergirenden Menſchenarten durch Wanderung erklären. (Vergl. die Migrations-Tafel XV, am Ende, und deren Erklärung.)

Von dem hypothetiſchen Urmenſchen (Homo primigenius), welcher ſich entweder in Lemurien oder in Südaſien (vielleicht auch im öſtlichen Afrika) während der Tertiärzeit aus anthropoiden Affen entwickelte, kennen wir noch keine foſſilen Reſte. Aber bei der außerordentlichen Aehnlichkeit, welche ſich zwiſchen den niederſten wollhaarigen Menſchen und den höchſten Menſchenaffen ſelbſt jetzt noch erhalten hat, bedarf es nur geringer Einbildungskraft, um ſich zwiſchen Beiden eine vermittelnde Zwiſchenform und in dieſer ein ungefähres Bild von dem muthmaßlichen Urmenſchen oder Affenmenſchen vorzuſtellen. Die Schädelform deſſelben wird ſehr langköpfig und ſchiefzähnig geweſen ſein, das Haar wollig, die Hautfarbe dunkel, bräunlich. Die Behaarung des ganzen Körpers wird dichter als bei allen jetzt lebenden Menſchenarten geweſen ſein, die Arme im Verhältniß länger und ſtärker, die Beine dagegen kürzer und dünner, mit ganz unentwickelten Waden; der Gang nur halb aufrecht, mit ſtark eingebogenen Knieen.

Eine eigentlich menſchliche Sprache, d. h. eine artikulirte Begriffsſprache, wird dieſer Affenmenſch noch nicht beſeſſen haben. Vielmehr entſtand die menſchliche Sprache, wie ſchon vorher bemerkt, erſt nachdem die Divergenz der Urmenſchenart in verſchiedene Species erfolgt war. Die Zahl der Urſprachen iſt aber noch beträchtlich größer, als die Zahl der vorher betrachteten Menſchenarten. Denn es iſt noch nicht gelungen, die vier Urſprachen der mittelländiſchen Species, das Baskiſche, Kaukaſiſche, Semitiſche und Indogermaniſche, auf eine einzige Urſprache zurückzuführen. Ebenſowenig laſſen ſich die verſchiedenen Negerſprachen von einer gemeinſamen Urſprache ableiten. Dieſe beiden Species, Mittelländer und Neger, ſind daher jedenfalls polyglottoniſch, d. h. ihre zahlreichen menſchlichen Sprachen ſind erſt entſtanden, nachdem bereits die Divergenz der ſprachloſen Stamm-

art in mehrere Rassen erfolgt war. Vielleicht sind auch die Mongolen, Arktiker und Amerikaner polyglottonisch. Monoglottonisch dagegen ist die malayische Menschenart. Alle ihre polynesischen und sundanesischen Dialekte und Sprachen lassen sich von einer gemeinsamen, längst untergegangenen Ursprache ableiten, die mit keiner andern Sprache der Erde verwandt ist. Ebenso monoglottonisch sind die übrigen Menschenarten: Nubier, Dravidas, Australier, Papuas, Hottentotten und Kaffern (vergl. S. 626).

Aus dem sprachlosen Urmenschen, den wir als die gemeinsame Stammart aller übrigen Species ansehen, entwickelten sich zunächst wahrscheinlich durch natürliche Züchtung verschiedene uns unbekannte, jetzt längst ausgestorbene Menschenarten, die noch auf der Stufe des sprachlosen Affenmenschen (Alalus oder Pithecanthropus) stehen blieben. Zwei von diesen Species, eine wollhaarige und eine schlichthaarige Art, welche am stärksten divergirten und daher im Kampfe ums Dasein über die andern den Sieg davon trugen, wurden die Stammformen die übrigen Menschenarten.

Der Hauptzweig der wollhaarigen Menschen (Ulotriches) breitete sich zunächst bloß auf der südlichen Erdhälfte aus, und wanderte hier theils nach Osten, theils nach Westen. Ueberreste des östlichen Zweiges sind die Papuas in Neuguinea und Melanesien, welche früher viel weiter westlich (in Hinterindien und Sundanesien) verbreitet waren, und erst später durch die Malayen nach Osten gedrängt wurden. Wenig veränderte Ueberreste des westlichen Zweiges sind die Hottentotten, welche in ihre jetzige Heimath von Nordosten aus eingewandert sind. Vielleicht während dieser Wanderung zweigten sich von ihnen die beiden nahe verwandten Species der Kaffern und Neger ab, die aber möglicherweise auch besonderen Zweigen von Affenmenschen ihren Ursprung verdanken.

Der zweite und entwickelungsfähigere Hauptzweig der Urmenschen-Art, die schlichthaarigen Menschen (Lissotriches), haben uns vielleicht einen wenig veränderten, nach Südosten geflüchteten Rest ihrer gemeinsamen Stammform in den affenartigen Austra-

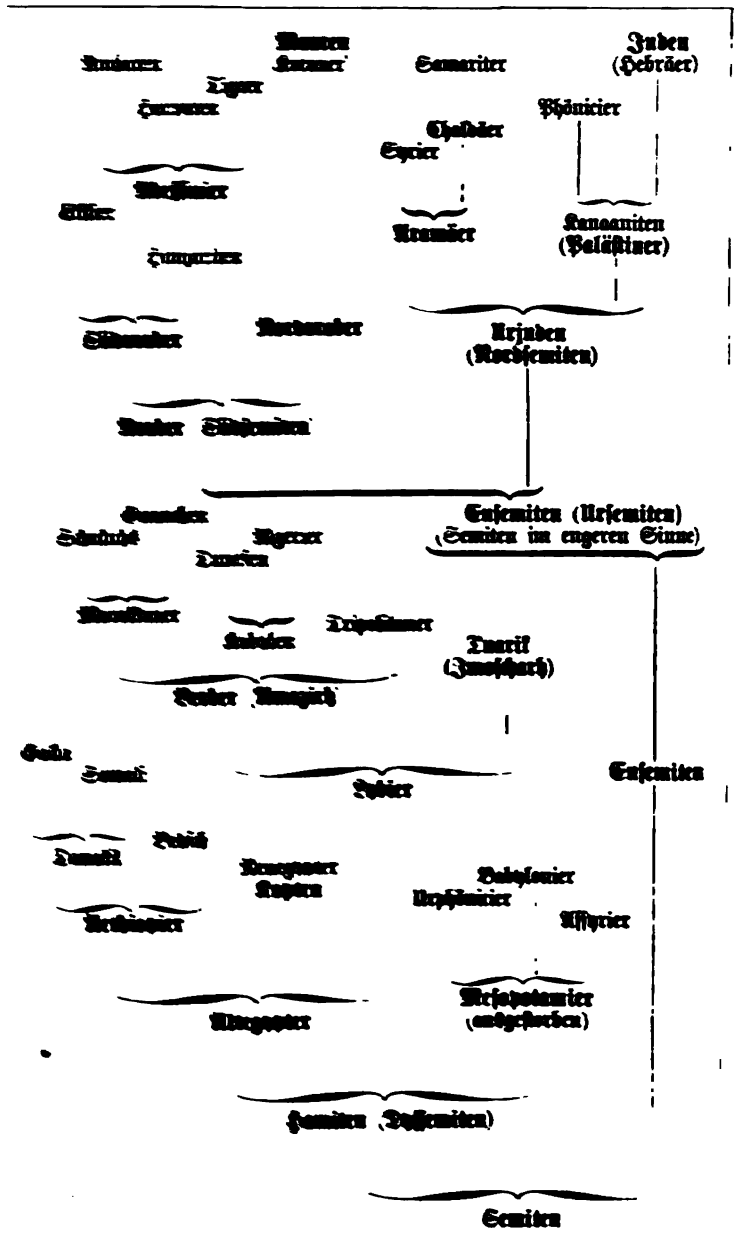
liern hinterlassen. Diesen letzteren sehr nahe standen vielleicht die südasiatischen Urmalayen oder Promalayen, mit welchem Namen wir vorher die ausgestorbene, hypothetische Stammform der übrigen sechs Menschenarten bezeichnet haben. Aus dieser unbekannten gemeinsamen Stammform scheinen sich als drei divergirende Zweige die eigentlichen Malayen, die Mongolen und die Euplokamen entwickelt zu haben. Die ersten breiteten sich nach Osten, die zweiten nach Norden, die dritten nach Westen hin aus.

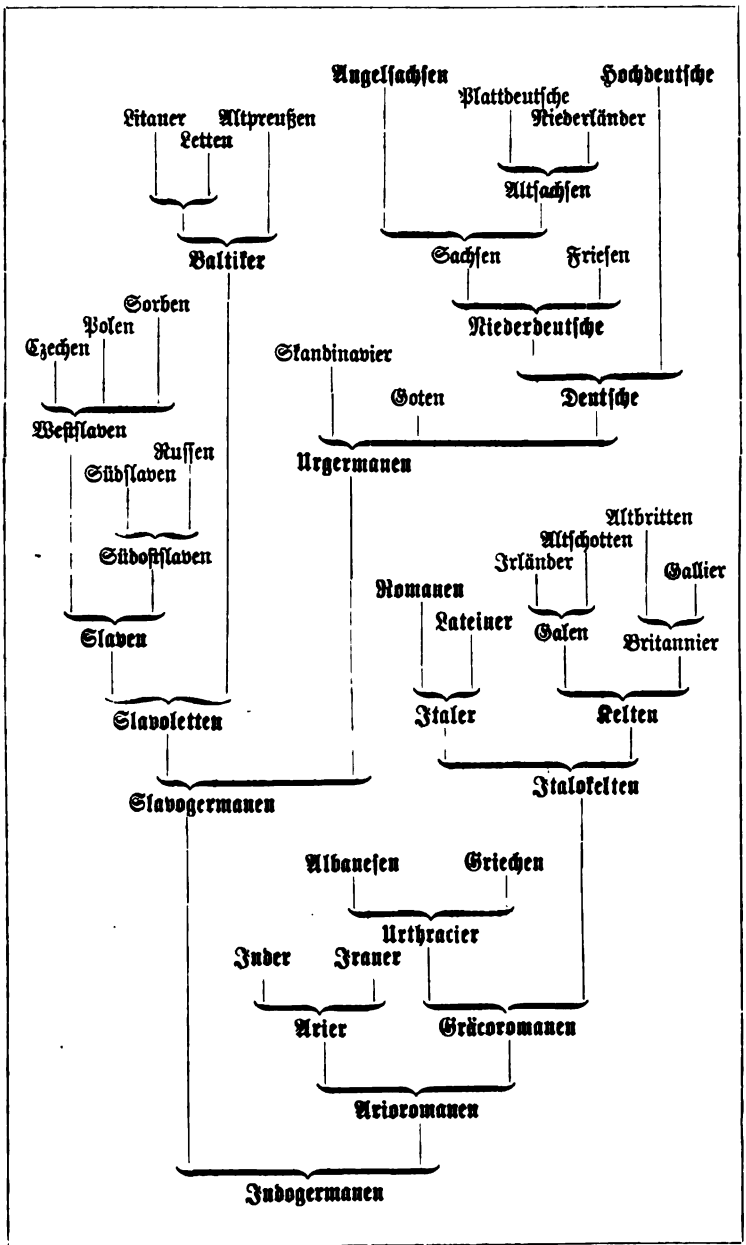
Die Urheimath oder der „Schöpfungsmittelpunkt" der Malayen ist im südöstlichen Theile des asiatischen Festlandes zu suchen oder vielleicht in dem ausgedehnteren Kontinent, der früher bestand, als noch Hinterindien mit dem Sunda-Archipel und dem östlichen Lemurien unmittelbar zusammenhing. Von da aus breiteten sich die Malayen nach Südosten über den Sunda-Archipel bis Buro hin aus, streiften dann, die Papuas vor sich hertreibend, nach Osten zu den Samoa- und Tonga-Inseln hin, und zerstreuten sich endlich von hier aus nach und nach über die ganze Inselwelt des südlichen pacifischen Oceans, bis nach den Sandwich-Inseln im Norden, den Mangareven im Osten und Neuseeland im Süden. Ein einzelner Zweig des malayischen Stammes wurde weit nach Westen verschlagen und bevölkerte Madagaskar.

Der zweite Hauptzweig der Urmalayen, die Mongolen, breitete sich zunächst ebenfalls in Südasien aus und bevölkerte allmählich, von da aus nach Osten, Norden und Nordwesten ausstrahlend, den größten Theil des asiatischen Festlandes. Von den vier Hauptrassen der mongolischen Species sind wahrscheinlich die Indochinesen als die Stammgruppe zu betrachten, aus der sich erst als divergirende Zweige die übrigen Rassen, Coreo-Japaner und Ural-Altajer später entwickelten. Aus dem Westen Asiens wanderten die Mongolen vielfach nach Europa hinüber, wo noch jetzt die Finnen und Lappen im nördlichen Rußland und Skandinavien, die nahe verwandten Magyaren in Ungarn und ein Theil der Osmanen in der Türkei die mongolische Species vertreten.

Andrerseits wanderte aus dem nordöstlichen Asien, welches vormals vermuthlich durch eine breite Landbrücke mit Nordamerika zusammenhing, ein Zweig der Mongolen in diesen Erdtheil hinüber. Als ein Ast dieses Zweiges, welcher durch Anpassung an die ungünstigen Existenzbedingungen des Polarklimas eigenthümlich rückgebildet wurde, sind die Arktiker oder Polarmenschen zu betrachten, die Hyperboräer im nordöstlichen Asien, die Eskimos im nördlichsten Amerika. Die Hauptmasse der mongolischen Einwanderer aber wanderte nach Süden, und breitete sich allmählich über ganz Amerika aus, zunächst über das nördliche, später über das südliche Amerika.

Der dritte und wichtigste Hauptzweig der Urmalayen, die Lockenvölker oder Euplokamen, haben uns vielleicht in den heutigen Dravidas (in Vorderindien und Ceylon) diejenige Menschenart hinterlassen, die sich am wenigsten von der gemeinsamen Stammform der Euplokamen entfernt hat. Die Hauptmasse der letzteren, die mittelländische Species, wanderte von ihrer Urheimath (Hindostan?) aus nach Westen und bevölkerte die Küstenländer des Mittelmeeres, das südwestliche Asien, Nordafrika und Europa. Als eine Abzweigung der semitischen Urvölker im nordöstlichen Afrika sind möglicherweise die Nubier zu betrachten, welche weit durch Mittelafrika hindurch bis fast zu dessen Westküste hinüberwanderten. Die divergirenden Zweige der indogermanischen Rasse haben sich am weitesten von der gemeinsamen Stammform des Affenmenschen entfernt. Von den beiden Hauptzweigen dieser Rasse hat im klassischen Alterthum und im Mittelalter der romanische Zweig (die graeco-italo-keltische Gruppe), in der Gegenwart aber der germanische Zweig im Wettlaufe der Kulturentwickelung die anderen Zweige überflügelt. Obenan stehen die Engländer und die Deutschen, welche vorzugsweise gegenwärtig in der Erkenntniß und dem Ausbau der Entwickelungsgeschichte das Fundament für eine neue Periode der höheren geistigen Entwickelung legen. Die Empfänglichkeit für die Entwickelungstheorie und für die darauf gegründete monistische Philosophie bildet den besten Maßstab für den geistigen Entwickelungsgrad des Menschen.


Juden
(Hebräer)
Samariter
Phönicier
Chaldäer
Syrier
Kanaaniten
(Palästiner)
Urjuden
(Nordsemiten)
Ersemiten (Urjemiten)
(Semiten im engeren Sinne)
Ersemiten
Semiten


Angelsachsen
Hochdeutsche
Plattdeutsche
Litauer
Altpreußen
Niederländer
Letten
Altsachsen
Baltiker
Sachsen
Friesen
Sorben
Niederdeutsche
Polen
Czechen
Skandinavier
Deutsche
Goten
Westslaven
Urgermanen
Russen
Südslaven
Altbritten
Altschotten
Irländer
Gallier
Südostslaven
Romanen
Lateiner
Galen
Britannier
Slaven
Italer
Kelten
Slavoletten
Italokelten
Slavogermanen
Albanesen
Griechen
Urthracier
Inder
Iraner
Arier
Gräcoromanen
Arioromanen
Indogermanen

Syſtematiſche Ueberſicht der 12 Menſchen-Species.

N.B. Die Columne A giebt die ungefähre Bevölkerungszahl in Millionen an. Die Columne B deutet das phyletiſche Entwickelungsſtadium der Species an, und zwar bedeutet: Pr = Fortſchreitende Ausbreitung; Co = Ungefähres Gleichbleiben; Re = Rückbildung und Ausſterben. Die Columne C giebt das Verhältniß der Urſprache an; Mn (Monoglottoniſch) bedeutet eine einfache Urſprache: Pl (Polyglottoniſch) eine mehrfache Urſprache der Species.

Trißus	Menſchen-Species	A	B	C	Heimath
Büſchelhaarige Lophocomi (ca. 2 Millionen)	1. Papua	2	Re	Mn	Neuguinea und Melaneſien, Philippinen, Malakka
	2. Hottentotte	1/10	Re	Mn	Südlichſtes Afrika (Capland)
Bließhaarige Eriocomi (ca. 150 Millionen)	3. Kaffer	20	Pr	Mn	Südafrika (zwiſchen 30° S. Br. und 5° N. Br.)
	4. Neger	130	Pr	Pl	Mittelafrika (zwiſchen dem Aequator und 30° N. Br.)
Straffhaarige Euthycomi (gegen 600 Millionen)	5. Auſtralier	1/12	Re	Mn	Auſtralien
	6. Malaye	30	Co	Mn	Malakka, Sundaneſien, Polyneſien u. Madagascar
	7. Mongole	550	Pr	Mn?	Aſien zum größten Theile, und nördliches Europa
	8. Arktiker	1/15	Co	Pl?	Nordöſtliches Aſien und nordöſtliches Amerika
	9. Amerikaner	12	Re	Mn?	Ganz Amerika mit Ausnahme des nördlichſten Theiles
Lockenhaarige Euplocomi (gegen 600 Millionen)	10. Dravida	34	Co	Mn	Südaſien (Vorderindien und Ceylon)
	11. Nubier	10	Co	Mn?	Mittelafrika (Nubien und Fulaland)
	12. Mittelländer	550	Pr	Pl	In allen Welttheilen, von Südaſien aus zunächſt nach Nordafrika und Südeuropa gewandert
	13. Baſtarde der Arten	11	Pr	Pl	In allen Welttheilen, vorwiegend jedoch in Amerika und Aſien
	Summa	1350			

Vierundzwanzigſter Vortrag.

Einwände gegen und Beweiſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

Einwände gegen die Abſtammungslehre. Einwände des Glaubens und der Vernunft. Unermeßliche Länge der geologiſchen Zeiträume. Uebergangsformen zwiſchen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeſtändigkeit von der Vererbung, und des Formwechſels von der Anpaſſung. Entſtehung ſehr zuſammengeſetzter Organiſationseinrichtungen. Stufenweiſe Entwickelung der Inſtinkte und Seelenthätigkeiten. Entſtehung der aprioriſchen Erkenntniſſe aus apoſterioriſchen. Erforderniſſe für das richtige Verſtändniß der Abſtammungslehre. Nothwendige Wechſelwirkung der Empirie und Philoſophie. Beweiſe für die Deſcendenztheorie. Innerer urſächlicher Zuſammenhang aller biologiſchen Erſcheinungsreihen. Der direkte Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Deſcendenztheorie zur Anthropologie. Beweiſe für den thieriſchen Urſprung des Menſchen. Die Pithekoidentheorie als untrennbarer Beſtandtheil der Deſcendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweiſe Entwickelung des menſchlichen Geiſtes. Körper und Geiſt. Menſchenſeele und Thierſeele. Blick in die Zukunft.

Meine Herren! Wenn ich einerſeits vielleicht hoffen darf, Ihnen durch dieſe Vorträge die Abſtammungslehre mehr oder weniger wahrſcheinlich gemacht, und Einige von Ihnen ſelbſt von ihrer unerſchütterlichen Wahrheit überzeugt zu haben, ſo verhehle ich mir andrerſeits keineswegs, daß die Meiſten von Ihnen im Laufe meiner Erörterungen eine Maſſe von mehr oder weniger begründeten Einwürfen gegen dieſelbe erhoben haben werden. Es erſcheint mir daher jetzt, am Schluſſe unſerer Betrachtungen, durchaus nothwendig, wenigſtens

die wichtigſten derſelben zu widerlegen, und zugleich auf der anderen Seite die überzeugenden Beweisgründe nochmals hervorzuheben, welche für die Wahrheit der Entwickelungslehre Zeugniß ablegen.

Die Einwürfe, welche man gegen die Abſtammungslehre überhaupt erhebt, zerfallen in zwei große Gruppen, Einwände des Glaubens und Einwände der Vernunft. Mit den Einwendungen der erſten Gruppe, die in den unendlich mannichfaltigen Glaubensvorſtellungen der menſchlichen Individuen ihren Urſprung haben, brauche ich mich hier durchaus nicht zu befaſſen. Denn, wie ich bereits im Anfang dieſer Vorträge bemerkte, hat die Wiſſenſchaft, als das objektive Ergebniß der ſinnlichen Erfahrung und des Erkenntnißſtrebens der menſchlichen Vernunft, gar Nichts mit den ſubjektiven Vorſtellungen des Glaubens zu thun, welche von einzelnen Menſchen als unmittelbare Eingebungen oder Offenbarungen des Schöpfers gepredigt, und dann von der unſelbſtſtändigen Menge geglaubt werden. Dieſer bei den verſchiedenen Völkern höchſt verſchiedenartige Glaube, der vom „Aberglauben" nicht verſchieden iſt, fängt bekanntlich erſt da an, wo die Wiſſenſchaft aufhört. Die Naturwiſſenſchaft betrachtet denſelben nach dem Grundſatze Friedrich's des Großen, „daß jeder auf ſeine Façon ſelig werden kann", und nur da tritt ſie nothwendig in Konflikt mit beſonderen Glaubensvorſtellungen, wo dieſelben der freien Forſchung eine Grenze, und der menſchlichen Erkenntniß ein Ziel ſetzen wollen, über welches dieſelbe nicht hinaus dürfe. Das iſt nun allerdings gewiß hier im ſtärkſten Maße der Fall, da die Entwickelungslehre ſich zur Aufgabe das höchſte wiſſenſchaftliche Problem geſetzt hat, das wir uns ſetzen können: das Problem der Schöpfung, des Werdens der Dinge, und insbeſondere des Werdens der organiſchen Formen, an ihrer Spitze des Menſchen. Hier iſt es nun jedenfalls eben ſo das gute Recht, wie die heilige Pflicht der freien Forſchung, keinerlei menſchliche Autorität zu ſcheuen, und muthig den Schleier vom Bilde des Schöpfers zu lüften, unbekümmert, welche natürliche Wahrheit darunter verborgen ſein mag. Die göttliche Offenbarung, welche wir als die einzig wahre anerkennen, ſteht

überall in der Natur geſchrieben, und jedem Menſchen mit geſunden Sinnen und geſunder Vernunft ſteht es frei, in dieſem heiligen Tempel der Natur durch eigenes Forſchen und ſelbſtſtändiges Erkennen der untrüglichen Offenbarung theilhaftig zu werden.

Wenn wir demgemäß hier alle Einwürfe gegen die Abſtammungslehre unberückſichtigt laſſen können, die etwa von den Prieſtern der verſchiedenen Glaubensreligionen erhoben werden könnten, ſo werden wir dagegen nicht umhin können, die wichtigſten von denjenigen Einwänden zu widerlegen, welche mehr oder weniger wiſſenſchaftlich begründet erſcheinen, und von denen man zugeſtehen muß, daß man durch ſie auf den erſten Blick in gewiſſem Grade eingenommen und von der Annahme der Abſtammungslehre zurückgeſchreckt werden kann. Unter dieſen Einwänden erſcheint Vielen als der wichtigſte derjenige, welcher die Zeitlänge betrifft. Wir ſind nicht gewohnt, mit ſo ungeheuren Zeitmaßen umzugehen, wie ſie für die Schöpfungsgeſchichte erforderlich ſind. Es wurde früher bereits erwähnt, daß wir die Zeiträume, in welchen die Arten durch allmähliche Umbildung entſtanden ſind, nicht nach einzelnen Jahrtauſenden berechnen müſſen, ſondern nach Hunderten und nach Millionen von Jahrtauſenden. Allein ſchon die Dicke der geſchichteten Erdrinde, die Erwägung der ungeheuern Zeiträume, welche zu ihrer Ablagerung aus dem Waſſer erforderlich waren, und der zwiſchen dieſen Senkungszeiträumen verfloſſenen Hebungszeiträume beweiſen uns eine Zeitdauer der organiſchen Erdgeſchichte, welche unſer menſchliches Faſſungsvermögen gänzlich überſteigt. Wir ſind hier in derſelben Lage, wie in der Aſtronomie betreffs des unendlichen Raumes. Wie wir die Entfernungen der verſchiedenen Planetenſyſteme nicht nach Meilen, ſondern nach Siriusweiten berechnen, von denen jede wieder Millionen Meilen einſchließt, ſo müſſen wir in der organiſchen Erdgeſchichte nicht nach Jahrtauſenden, ſondern nach paläontologiſchen oder geologiſchen Perioden rechnen, von denen jede viele Jahrtauſende, und manche vielleicht Millionen oder ſelbſt Milliarden von Jahrtauſenden umfaßt. Es iſt ſehr gleichgültig, wie hoch man annähernd die unermeßliche Länge

dieſer Zeiträume ſchätzen mag, weil wir in der That nicht im Stande ſind, mittelſt unſerer beſchränkten Einbildungskraft uns eine wirkliche Anſchauung von dieſen Zeiträumen zu bilden, und weil wir auch keine ſichere mathematiſche Baſis wie in der Aſtronomie beſitzen, um nur die ungefähre Länge des Maßſtabes irgendwie in Zahlen feſtzuſtellen. Nur dagegen müſſen wir uns auf das Beſtimmteſte verwahren, daß wir in dieſer außerordentlichen, unſere Vorſtellungskraft vollſtändig überſteigenden Länge der Zeiträume irgend einen Grund gegen die Entwickelungslehre ſehen könnten. Wie ich Ihnen bereits in einem früheren Vortrage auseinanderſetzte, iſt es im Gegentheil vom Standpunkte der ſtrengſten Philoſophie das Gerathenſte, dieſe Schöpfungsperioden möglichſt lang vorauszuſetzen, und wir laufen um ſo weniger Gefahr, uns in dieſer Beziehung in unwahrſcheinliche Hypotheſen zu verlieren, je größer wir die Zeiträume für die organiſchen Entwickelungsvorgänge annehmen. Je länger wir z. B. die Permiſche Periode annehmen, deſto eher können wir begreifen, wie innerhalb derſelben die wichtigen Umbildungen erfolgten, welche die Fauna und Flora der Steinkohlenzeit ſo ſcharf von derjenigen der Triaszeit trennen. Die große Abneigung, welche die meiſten Menſchen gegen die Annahme ſo unermeßlicher Zeiträume haben, rührt größtentheils davon her, daß wir in der Jugend mit der Vorſtellung groß gezogen werden, die ganze Erde ſei nur einige tauſend Jahre alt. Außerdem iſt das Menſchenleben, welches höchſtens den Werth eines Jahrhunderts erreicht, eine außerordentlich kurze Zeitſpanne, welche ſich am wenigſten eignet, als Maßeinheit für jene geologiſchen Perioden zu gelten. Unſer Leben iſt ein einzelner Tropfen im Meere der Ewigkeit. Denken Sie nur im Vergleiche damit an die fünfzig mal längere Lebensdauer mancher Bäume, z. B. der Drachenbäume (Dracaena) und Affenbrodbäume (Adansonia), deren individuelles Leben einen Zeitraum von fünftauſend Jahren überſteigt, und denken Sie andrerſeits an die Kürze des individuellen Lebens bei manchen niederen Thieren, z. B. bei den Infuſorien, wo das Individuum als ſolches nur wenige Tage, oder ſelbſt nur wenige Stunden lebt. Dieſe Ver-

gleichung ſtellt uns die Relativität alles Zeitmaßes auf das Unmittelbarſte vor Augen. Ganz gewiß müſſen ungeheure, uns gar nicht vorſtellbare Zeiträume verfloſſen ſein, während die ſtufenweiſe hiſtoriſche Entwickelung des Thier- und Pflanzenreichs durch allmähliche Umbildung der Arten vor ſich ging. Es liegt aber auch nicht ein einziger Grund vor, irgend eine beſtimmte Grenze für die Länge jener phyletiſchen Entwickelungsperioden anzunehmen.

Ein zweiter Haupteinwand, der von vielen, namentlich ſyſtematiſchen Zoologen und Botanikern, gegen die Abſtammungslehre erhoben wird, iſt der, daß man keine Uebergangsformen zwiſchen den verſchiedenen Arten finden könne, während man dieſe doch nach der Abſtammungslehre in Menge finden müßte. Dieſer Einwurf iſt zum Theil begründet, zum Theil aber auch nicht. Denn es exiſtiren Uebergangsformen ſowohl zwiſchen lebenden, als auch zwiſchen ausgeſtorbenen Arten in außerordentlicher Menge, überall nämlich da, wo wir Gelegenheit haben, ſehr zahlreiche Individuen von verwandten Arten vergleichend ins Auge zu faſſen. Grade diejenigen ſorgfältigſten Unterſucher der einzelnen Species, von denen man jenen Einwurf häufig hört, grade dieſe finden wir in ihren ſpeciellen Unterſuchungsreihen beſtändig durch die in der That unlösbare Schwierigkeit aufgehalten, die einzelnen Arten ſcharf zu unterſcheiden. In allen ſyſtematiſchen Werken, welche einigermaßen gründlich ſind, begegnen Sie endloſen Klagen darüber, daß man hier und dort die Arten nicht unterſcheiden könne, weil zu viele Uebergangsformen vorhanden ſeien. Daher beſtimmt auch jeder Naturforſcher den Umfang und die Zahl der einzelnen Arten anders, als die übrigen. Wie ich ſchon früher erwähnte (S. 246), nehmen in einer und derſelben Organismengruppe die einen Zoologen und Botaniker 10 Arten an, andere 20, andere hundert oder mehr, während noch andere Syſtematiker alle dieſe verſchiedenen Formen nur als Spielarten oder Varietäten einer einzigen „guten Species" betrachten. Man findet in der That bei den meiſten Formengruppen Uebergangsformen und Zwiſchenſtufen zwiſchen den einzelnen Species in Hülle und Fülle.

Bei vielen Arten fehlen freilich die Uebergangsformen wirklich. Dies erklärt ſich indeſſen ganz einfach durch das Prinzip der Divergenz oder Sonderung, deſſen Bedeutung ich Ihnen früher erläutert habe. Der Umſtand, daß der Kampf um das Daſein um ſo heftiger zwiſchen zwei verwandten Formen iſt, je näher ſie ſich ſtehen, muß nothwendig das baldige Erlöſchen der verbindenden Zwiſchenformen zwiſchen zwei divergenten Arten begünſtigen. Wenn eine und dieſelbe Species nach verſchiedenen Richtungen auseinandergehende Varietäten hervorbringt, die ſich zu neuen Arten geſtalten, ſo muß der Kampf zwiſchen dieſen neuen Formen und der gemeinſamen Stammform um ſo lebhafter ſein, je weniger ſie ſich von einander entfernen, dagegen um ſo weniger gefährlich, je ſtärker die Divergenz iſt. Naturgemäß werden alſo die verbindenden Zwiſchenformen vorzugsweiſe und meiſtens ſehr ſchnell ausſterben, während die am meiſten divergenten Formen als getrennte „neue Arten" übrig bleiben und ſich fortpflanzen. Dem entſprechend finden wir auch keine Uebergangsformen mehr in ſolchen Gruppen, welche ganz im Ausſterben begriffen ſind, wie z. B. unter den Vögeln die Strauße, unter den Säugethieren die Elephanten, Giraffen, Camele, Zahnarmen und Schnabelthiere. Dieſe im Erlöſchen begriffenen Formgruppen erzeugen keine neuen Varietäten mehr, und naturgemäß ſind hier die Arten ſogenannte „gute", d. h. ſcharf von einander geſchiedene Species. In denjenigen Thiergruppen dagegen, wo noch die Entfaltung und der Fortſchritt ſich geltend macht, wo die exiſtirenden Arten durch Bildung neuer Varietäten in viele neue Arten auseinandergehen, finden wir überall maſſenhaft Uebergangsformen vor, welche der Syſtematik die größten Schwierigkeiten bereiten. Das iſt z. B. unter den Vögeln bei den Finken der Fall, unter den Säugethieren bei den meiſten Nagethieren (beſonders den mäuſe- und rattenartigen), bei einer Anzahl von Wiederkäuern und von echten Affen, insbeſondere bei den ſüdamerikaniſchen Rollaffen (Cebus) und vielen Anderen. Die fortwährende Entfaltung der Species durch Bildung neuer Varietäten erzeugt hier eine Maſſe von Zwiſchenformen, welche die ſogenannten guten

Arten verbinden, ihre Grenzen verwiſchen und ihre ſcharfe ſpecifiſche Unterſcheidung ganz illuſoriſch machen.

Daß dennoch keine vollſtändige Verwirrung der Formen, kein allgemeines Chaos in der Bildung der Thier- und Pflanzengeſtalten entſteht, hat einfach ſeinen Grund in dem Gegengewicht, welches gegenüber der Entſtehung neuer Formen durch fortſchreitende Anpaſſung, die erhaltende Macht der Vererbung ausübt. Der Grad von Beharrlichkeit und Veränderlichkeit, den jede organiſche Form zeigt, iſt lediglich bedingt durch den jeweiligen Zuſtand des Gleichgewichts zwiſchen dieſen beiden ſich entgegenſtehenden Funktionen. Die Vererbung iſt die Urſache der Beſtändigkeit der Species; die Anpaſſung iſt die Urſache der Abänderung der Art. Wenn alſo einige Naturforſcher ſagen, offenbar müßte nach der Abſtammungslehre eine noch viel größere Mannichfaltigkeit der Formen ſtattfinden, und andere umgekehrt, es müßte eine viel ſtrengere Gleichheit der Formen ſich zeigen, ſo unterſchätzen die erſteren das Gewicht der Vererbung und die letzteren das Gewicht der Anpaſſung. Der Grad der Wechſelwirkung zwiſchen der Vererbung und Anpaſſung beſtimmt den Grad der Beſtändigkeit und Veränderlichkeit der organiſchen Species, den dieſelbe in jedem gegebenen Zeitabſchnitt beſitzt.

Ein weiterer Einwand gegen die Deſcendenztheorie, welcher in den Augen vieler Naturforſcher und Philoſophen ein großes Gewicht beſitzt, beſteht darin, daß dieſelbe die Entſtehung zweckmäßig wirkender Organe durch zwecklos oder mechaniſch wirkende Urſachen behauptet. Dieſer Einwurf erſcheint namentlich von Bedeutung bei Betrachtung derjenigen Organe, welche offenbar für einen ganz beſtimmten Zweck ſo vortrefflich angepaßt erſcheinen, daß die ſcharfſinnigſten Mechaniker nicht im Stande ſein würden, ein vollkommneres Organ für dieſen Zweck zu erfinden. Solche Organe ſind vor allen die höheren Sinnesorgane der Thiere, Auge und Ohr. Wenn man bloß die Augen und Gehörwerkzeuge der höheren Thiere kennte, ſo würden dieſelben uns in der That große und vielleicht un-

überſteigliche Schwierigkeiten verurſachen. Wie könnte man ſich erklären, daß allein durch die natürliche Züchtung jener außerordentlich hohe und höchſt bewundernswürdige Grad der Vollkommenheit und der Zweckmäßigkeit in jeder Beziehung erreicht wird, welchen wir bei den Augen und Ohren der höheren Thiere wahrnehmen? Zum Glück hilft uns aber hier die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeſchichte über alle Hinderniſſe hinweg. Denn wenn wir die ſtufenweiſe Vervollkommnung der Augen und Ohren Schritt für Schritt im Thierreich verfolgen, ſo finden wir eine ſolche allmähliche Stufenleiter der Ausbildung vor, daß wir auf das ſchönſte die Entwickelung der höchſt verwickelten Organe durch alle Grade der Vollkommenheit hindurch verfolgen können. So erſcheint z. B. das Auge bei den niederſten Thieren als ein einfacher Farbſtoffſleck, der noch kein Bild von äußeren Gegenſtänden entwerfen, ſondern höchſtens den Unterſchied der verſchiedenen Lichtſtrahlen wahrnehmen kann. Dann tritt zu dieſem ein empfindender Nerv hinzu. Später entwickelt ſich allmählich innerhalb jenes Pigmentflecks die erſte Anlage der Linſe, ein lichtbrechender Körper, der ſchon im Stande iſt, die Lichtſtrahlen zu concentriren und ein beſtimmtes Bild zu entwerfen. Aber es fehlen noch alle die zuſammengeſetzten Apparate für Akkommodation und Bewegung des Auges; die verſchieden lichtbrechenden Medien, die hoch differenzirte Sehnervenhaut u. ſ. w., welche bei den höheren Thieren dieſes Werkzeug ſo vollkommen geſtalten. Von jenem einfachſten Organ bis zu dieſem höchſt vollkommenen Apparat zeigt uns die vergleichende Anatomie in ununterbrochener Stufenleiter alle möglichen Uebergänge, ſo daß wir uns die ſtufenweiſe, allmähliche Bildung auch eines ſolchen höchſt complicirten Organes wohl anſchaulich machen können. Ebenſo wie wir im Laufe der individuellen Entwickelung einen gleichen ſtufenweiſen Fortſchritt in der Ausbildung des Organs unmittelbar verfolgen können, ebenſo muß derſelbe auch in der geſchichtlichen (phyletiſchen) Entſtehung des Organs ſtattgefunden haben.

Bei Betrachtung ſolcher höchſt vollkommenen Organe, die ſcheinbar von einem künſtleriſchen Schöpfer für ihre beſtimmte Thätigkeit

zweckmäßig erfunden und conſtruirt, in der That aber durch die zweckloſe Thätigkeit der natürlichen Züchtung mechaniſch entſtanden ſind, empfinden viele Menſchen ähnliche Schwierigkeiten des naturgemäßen Verſtändniſſes, wie die rohen Naturvölker gegenüber den verwickelten Erzeugniſſen unſerer neueſten Maſchinenkunſt. Die Wilden, welche zum erſtenmal ein Linienſchiff oder eine Locomotive ſehen, halten dieſe Gegenſtände für die Erzeugniſſe übernatürlicher Weſen, und können nicht begreifen, daß der Menſch, ein Organismus ihres Gleichen, eine ſolche Maſchine hervorgebracht habe. Auch die ungebildeten Menſchen unſerer eigenen Raſſe ſind nicht im Stande, einen ſo verwickelten Apparat in ſeiner eigentlichen Wirkſamkeit zu begreifen und die rein mechaniſche Natur deſſelben zu verſtehen. Die meiſten Naturforſcher verhalten ſich aber, wie Darwin ſehr richtig bemerkt, gegenüber den Formen der Organismen nicht anders, als jene Wilden dem Linienſchiff oder der Locomotive gegenüber. Das naturgemäße Verſtändniß von der rein mechaniſchen Entſtehung der organiſchen Formen kann hier nur durch eine gründliche allgemeine biologiſche Bildung und durch die ſpecielle Bekanntſchaft mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte gewonnen werden.

Unter den übrigen gegen die Abſtammungslehre erhobenen Einwürfen will ich hier endlich noch einen hervorheben und widerlegen, der namentlich in den Augen vieler Laien ein großes Gewicht beſitzt: Wie ſoll man ſich aus der Deſcendenztheorie die Geiſtesthätigkeiten der Thiere und namentlich die ſpecifiſchen Aeußerungen derſelben, die ſogenannten Inſtinkte entſtanden denken? Dieſen ſchwierigen Gegenſtand hat Darwin in einem beſonderen Kapitel ſeines Hauptwerkes (im ſiebenten) ſo ausführlich behandelt, daß ich Sie hier darauf verweiſen kann. Wir müſſen die Inſtinkte weſentlich als Gewohnheiten der Seele auffaſſen, welche durch Anpaſſung erworben und durch Vererbung auf viele Generationen übertragen und befeſtigt worden ſind. Die Inſtinkte verhalten ſich demgemäß ganz wie andere Gewohnheiten, welche nach den Geſetzen der gehäuften Anpaſſung

(S. 209) und der befeſtigten Vererbung (S. 194) zur Entſtehung neuer Funktionen und ſomit auch neuer Formen ihrer Organe führen. Hier wie überall geht die Wechſelwirkung zwiſchen Funktion und Organ Hand in Hand. Ebenſo wie die Geiſtesfähigkeiten des Menſchen ſtufenweiſe durch fortſchreitende Anpaſſung des Gehirns erworben und durch dauernde Vererbung befeſtigt wurden, ſo ſind auch die Inſtinkte der Thiere, welche nur quantitativ, nicht qualitativ von jenen verſchieden ſind, durch ſtufenweiſe Vervollkommnung ihres Seelenorgans, des Centralnervenſyſtems, durch Wechſelwirkung der Anpaſſung und Vererbung, entſtanden. Die Inſtinkte werden bekanntermaßen vererbt; allein auch die Erfahrungen, alſo neue Anpaſſungen der Thierſeele, werden vererbt; und die Abrichtung der Hausthiere zu verſchiedenen Seelenthätigkeiten, welche die wilden Thiere nicht im Stande ſind auszuführen, beruht auf der Möglichkeit der Seelenanpaſſung. Wir kennen jetzt ſchon eine Reihe von Beiſpielen, in denen ſolche Anpaſſungen, nachdem ſie erblich durch eine Reihe von Generationen ſich übertragen hatten, ſchließlich als angeborene Inſtinkte erſchienen, und doch waren ſie von den Voreltern der Thiere erſt erworben. Hier iſt die Dreſſur durch Vererbung in Inſtinkt übergegangen. Die charakteriſtiſchen Inſtinkte der Jagdhunde, Schäferhunde und anderer Hausthiere, welche ſie mit auf die Welt bringen, ſind ebenſo wie die Naturinſtinkte der wilden Thiere von ihren Voreltern erſt durch Anpaſſung erworben worden. Sie ſind in dieſer Beziehung den angeblichen „Erkenntniſſen a priori“ des Menſchen zu vergleichen, die urſprünglich von unſeren uralten Vorfahren (gleich allen anderen Erkenntniſſen) „a posteriori“, durch ſinnliche Erfahrung, erworben wurden. Wie ich ſchon früher bemerkte, ſind offenbar die „Erkenntniſſe a priori“ erſt durch lange andauernde Vererbung von erworbenen Gehirnanpaſſungen aus urſprünglich empiriſchen „Erkenntniſſen a posteriori“ entſtanden (S. 29).

Die ſo eben beſprochenen und widerlegten Einwände gegen die Deſcendenztheorie dürften wohl die wichtigſten ſein, welche ihr ent-

gegengehalten worden ſind. Ich glaube Ihnen deren Grundloſigkeit genügend dargethan zu haben. Die zahlreichen übrigen Einwürfe, welche außerdem noch gegen die Entwickelungslehre im Allgemeinen oder gegen den biologiſchen Theil derſelben, die Abſtammungslehre, im Beſonderen erhoben worden ſind, beruhen entweder auf einer ſolchen Unkenntniß der empiriſch feſtgeſtellten Thatſachen, oder auf einem ſolchen Mangel an richtigem Verſtändniß derſelben, und an Fähigkeit, die daraus nothwendig ſich ergebenden Folgeſchlüſſe zu ziehen, daß es wirklich nicht der Mühe lohnen würde, hier näher auf ihre Widerlegung einzugehen. Nur einige allgemeine Geſichtspunkte möchte ich Ihnen in dieſer Beziehung noch mit einigen Worten nahe legen.

Zunächſt iſt hinſichtlich des erſterwähnten Punktes zu bemerken, daß, um die Abſtammungslehre vollſtändig zu verſtehen, und um ſich ganz von ihrer unerſchütterlichen Wahrheit zu überzeugen, ein allgemeiner Ueberblick über die Geſammtheit des biologiſchen Erſcheinungsgebietes unerläßlich iſt. Die Deſcendenztheorie iſt eine biologiſche Theorie, und man darf daher mit Fug und Recht verlangen, daß diejenigen Leute, welches darüber ein gültiges Urtheil fällen wollen, den erforderlichen Grad biologiſcher Bildung beſitzen. Dazu genügt es nicht, daß ſie in dieſem oder jenem Gebiete der Zoologie, Botanik und Protiſtik ſpecielle Erfahrungskenntniſſe beſitzen. Vielmehr müſſen ſie nothwendig eine allgemeine Ueberſicht der geſammten Erſcheinungsreihen wenigſtens in einem der drei organiſchen Reiche beſitzen. Sie müſſen wiſſen, welche allgemeinen Geſetze aus der vergleichenden Morphologie und Phyſiologie der Organismen, insbeſondere aus der vergleichenden Anatomie, aus der individuellen und paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte u. ſ. w. ſich ergeben, und ſie müſſen eine Vorſtellung von dem tiefen mechaniſchen, urſächlichen Zuſammenhang haben, in dem alle jene Erſcheinungsreihen ſtehen. Selbſtverſtändlich iſt dazu ein gewiſſer Grad allgemeiner Bildung und namentlich philoſophiſcher Erziehung erforderlich, den leider heutzutage nicht viele Leute für nöthig halten. Ohne die nothwendige Verbindung von empiriſchen

Kenntniſſen und von philoſophiſchem Verſtändniß der biologiſchen Erſcheinungen kann die unerſchütterliche Ueberzeugung von der Wahrheit der Deſcendenztheorie nicht gewonnen werden.

Nun bitte ich Sie, gegenüber dieſer erſten Vorbedingung für das wahre Verſtändniß der Deſcendenztheorie, die bunte Menge von Leuten zu betrachten, die ſich herausgenommen haben, über dieſelbe mündlich oder ſchriftlich ein vernichtendes Urtheil zu fällen! Die meiſten derſelben ſind Laien, welche die wichtigſten biologiſchen Erſcheinungen entweder gar nicht kennen, oder doch keine Vorſtellung von ihrer tieferen Bedeutung beſitzen. Was würden Sie von einem Laien ſagen, der über die Zellentheorie urtheilen wollte, ohne jemals Zellen geſehen zu haben, oder über die Wirbeltheorie, ohne jemals vergleichende Anatomie getrieben zu haben? Und doch begegnen Sie ſolchen lächerlichen Anmaßungen in der Geſchichte der biologiſchen Deſcendenztheorie alle Tage! Sie hören Tauſende von Laien und von Halbgebildeten darüber ein entſcheidendes Urtheil fällen, die weder von Botanik, noch von Zoologie, weder von vergleichender Anatomie, noch von Gewebelehre, weder von Paläontologie, noch von Embryologie Etwas wiſſen. Daher kömmt es, daß, wie Huxley treffend ſagt, die allermeiſten gegen Darwin veröffentlichten Schriften das Papier nicht werth ſind, auf dem ſie geſchrieben wurden.

Sie könnten mir einwenden, daß ja unter den Gegnern der Deſcendenztheorie doch auch viele Naturforſcher, und ſelbſt manche berühmte Zoologen und Botaniker ſind. Die letzteren ſind jedoch meiſt ältere Gelehrte, die in ganz entgegengeſetzten Anſchauungen alt geworden ſind, und denen man nicht zumuthen kann, noch am Abend ihres Lebens ſich einer Reform ihrer, zur feſten Gewohnheit gewordenen, Weltanſchauung zu unterziehen. Sodann muß aber auch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß nicht nur eine allgemeine Ueberſicht des ganzen biologiſchen Erſcheinungsgebiets, ſondern auch ein philoſophiſches Verſtändniß deſſelben nothwendige Vorbedingungen für die überzeugte Annahme der Deſcendenztheorie ſind. Nun

finden Sie aber gerade dieſe unerläßlichen Vorbedingungen bei dem größten Theile der heutigen Naturforſcher leider keineswegs erfüllt. Die Unmaſſe von neuen empiriſchen Thatſachen, mit denen uns die rieſigen Fortſchritte der neueren Naturwiſſenſchaft bekannt gemacht haben, hat eine vorherrſchende Neigung für das ſpecielle Studium einzelner Erſcheinungen und kleiner engbegrenzter Erfahrungsgebiete herbeigeführt. Darüber wird die Erkenntniß der übrigen Theile und namentlich des großen umfaſſenden Naturganzen meiſt völlig vernachläſſigt. Jeder, der geſunde Augen und ein Mikroſkop zum Beobachten, Fleiß und Geduld zum Sitzen hat, kann heutzutage durch mikroſkopiſche „Entdeckungen" eine gewiſſe Berühmtheit erlangen, ohne doch den Namen eines Naturforſchers zu verdienen. Dieſer gebührt nur dem, der nicht bloß die einzelnen Erſcheinungen zu *kennen*, ſondern auch deren urſächlichen Zuſammenhang zu *erkennen* ſtrebt. Noch heute unterſuchen und beſchreiben die meiſten Paläontologen die Verſteinerungen, ohne die wichtigſten Thatſachen der Embryologie zu kennen. Andrerſeits verfolgen die Embryologen die Entwickelungsgeſchichte des einzelnen organiſchen Individuums, ohne eine Ahnung von der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte des ganzen zugehörigen Stammes zu haben, von welcher die Verſteinerungen berichten. Und doch ſtehen dieſe beiden Zweige der organiſchen Entwickelungsgeſchichte, die Ontogenie oder die Geſchichte des Individuums, und die Phylogenie oder die Geſchichte des Stammes, im engſten urſächlichen Zuſammenhang, und die eine iſt ohne die andere gar nicht zu verſtehen. Aehnlich ſteht es mit dem ſyſtematiſchen und dem anatomiſchen Theile der Biologie. Noch heute giebt es in der Zoologie und Botanik zahlreiche Syſtematiker, welche in dem Irrthum arbeiten, durch bloße ſorgfältige Unterſuchung der äußeren und leicht zugänglichen Körperformen, ohne die tiefere Kenntniß ihres inneren Baues, das natürliche Syſtem der Thiere und Pflanzen conſtruiren zu können. Andrerſeits giebt es Anatomen und Hiſtologen, welche das eigentliche Verſtändniß des Thier- und Pflanzenkörpers bloß durch die genaueſte Erforſchung des inneren Körperbaues

einer einzelnen Species, ohne die vergleichende Betrachtung der geſammten Körperform bei allen verwandten Organismen, gewinnen zu können meinen. Und doch ſteht auch hier, wie überall, Inneres und Aeußeres, Vererbung und Anpaſſung in der engſten Wechſelbeziehung, und das Einzelne kann nie ohne Vergleichung mit dem zugehörigen Ganzen wirklich verſtanden werden. Jenen einſeitigen Facharbeitern möchten wir daher mit Goethe zurufen:

„Müſſet im Naturbetrachten
„Immer Eins wie Alles achten.
„Nichts iſt drinnen, Nichts iſt draußen,
„Denn was innen, das iſt außen.“

und weiterhin:

„Natur hat weder Kern noch Schale,
„Alles iſt ſie mit einem Male.“

Noch viel nachtheiliger aber, als jene einſeitige Richtung, iſt für das allgemeine Verſtändniß des Naturganzen der Mangel an philoſophiſcher Bildung, durch welchen ſich die meiſten Naturforſcher der Gegenwart auszeichnen. Die vielfachen Verirrungen der früheren ſpekulativen Naturphiloſophie, aus dem erſten Drittel unſeres Jahrhunderts, haben bei den exakten empiriſchen Naturforſchern die ganze Philoſophie in einen ſolchen Mißkredit gebracht, daß dieſelben in dem ſonderbaren Wahne leben, das Gebäude der Naturwiſſenſchaft aus bloßen Thatſachen, ohne philoſophiſche Verknüpfung derſelben, aus bloßen Kenntniſſen, ohne Verſtändniß derſelben, aufbauen zu können. Während aber ein rein ſpeculatives, abſolut philoſophiſches Lehrgebäude, welches ſich nicht um die unerläßliche Grundlage der empiriſchen Thatſachen kümmert, ein Luftſchloß wird, das die erſte beſte Erfahrung über den Haufen wirft, ſo bleibt andrerſeits ein rein empiriſches, abſolut aus Thatſachen zuſammengeſetztes Lehrgebäude ein wüſter Steinhaufen, der nimmermehr den Namen eines Gebäudes verdienen wird. Die nackten, durch die Erfahrung feſtgeſtellten Thatſachen ſind immer nur die rohen Bauſteine, und ohne die denkende Verwerthung, ohne die philoſophiſche Verknüpfung

derſelben kann keine Wiſſenſchaft ſich aufbauen. Wie ich Ihnen ſchon früher eindringlich vorzuſtellen verſuchte, entſteht nur durch die innigſte Wechſelwirkung und gegenſeitige Durchdringung von Philoſophie und Empirie das unerſchütterliche Gebäude der wahren, moniſtiſchen Wiſſenſchaft, oder was daſſelbe iſt, der Naturwiſſenſchaft.

Aus dieſer beklagenswerthen Entfremdung der Naturforſchung von der Philoſophie, und aus dem rohen Empirismus, der heutzutage leider von den meiſten Naturforſchern als „exacte Wiſſenſchaft" geprieſen wird, entſpringen jene ſeltſamen Querſprünge des Verſtandes, jene groben Verſtöße gegen die elementare Logik, jenes Unvermögen zu den einfachſten Schlußfolgerungen, denen Sie heutzutage auf allen Wegen der Naturwiſſenſchaft, ganz beſonders aber in der Zoologie und Botanik begegnen können. Hier rächt ſich die Vernachläſſigung der philoſophiſchen Bildung und Schulung des Geiſtes unmittelbar auf das Empfindlichſte. Es iſt daher nicht zu verwundern, wenn jenen rohen Empirikern auch die tiefe innere Wahrheit der Deſcendenztheorie gänzlich verſchloſſen bleibt. Wie das triviale Sprichwort ſehr treffend ſagt, „ſehen ſie den Wald vor lauter Bäumen nicht." Nur durch allgemeinere philoſophiſche Studien und namentlich durch ſtrengere logiſche Erziehung des Geiſtes kann dieſem ſchlimmen Uebelſtande auf die Dauer abgeholfen werden (vergl. Gen. Morph. I, 63; II, 447).

Wenn Sie dieſes Verhältniß recht erwägen, und mit Bezug auf die empiriſche Begründung der philoſophiſchen Entwickelungstheorie weiter darüber nachdenken, ſo wird es Ihnen auch alsbald klar werden, wie es ſich mit den vielfach geforderten Beweiſen für die Deſcendenztheorie verhält. Je mehr ſich die Abſtammungslehre in den letzten Jahren allgemein Bahn gebrochen hat, je mehr ſich alle wirklich denkenden jüngeren Naturforſcher und alle wirklich biologiſch gebildeten Philoſophen von ihrer inneren Wahrheit und Unentbehrlichkeit überzeugt haben, deſto lauter haben die Gegner derſelben nach thatſächlichen Beweiſen dafür gerufen. Dieſelben Leute,

welche kurz nach dem Erſcheinen von Darwin's Werke daſſelbe für ein „bodenloſes Phantaſiegebäude", für eine „willkürliche Speculation", für einen „geiſtreichen Traum" erklärten, dieſelben laſſen ſich jetzt gütig zu der Erklärung herab, daß die Deſcendenztheorie allerdings eine wiſſenſchaftliche „Hypotheſe" ſei, daß dieſelbe aber erſt noch „bewieſen" werden müſſe. Wenn dieſe Aeußerungen von Leuten geſchehen, die nicht die erforderliche empiriſch-philoſophiſche Bildung, die nicht die nöthigen Kenntniſſe in der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie beſitzen, ſo läßt man ſich das gefallen, und verweiſt ſie auf die in jenen Wiſſenſchaften niedergelegten Argumente. Wenn aber die gleichen Aeußerungen von anerkannten Fachmännern geſchehen, von Lehrern der Zoologie und Botanik, die doch von Rechtswegen einen Ueberblick über das Geſammtgebiet ihrer Wiſſenſchaft beſitzen ſollten, oder die wirklich mit den Thatſachen jener genannten Wiſſenſchaftsgebiete vertraut ſind, dann weiß man in der That nicht, was man dazu ſagen ſoll. Diejenigen, denen ſelbſt der jetzt bereits gewonnene Schatz an empiriſcher Naturkenntniß nicht genügt, um darauf die Deſcendenztheorie ſicher zu begründen, die werden auch durch keine andere, etwa noch ſpäter zu entdeckende Thatſache von ihrer Wahrheit überzeugt werden. Denn man kann ſich keine Verhältniſſe vorſtellen, welche ſtärkeres und vollgültigeres Zeugniß für die Wahrheit der Abſtammungslehre ablegen könnten, als es z. B. die bekannten Thatſachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie ſchon jetzt thun. Ich muß Sie hier wiederholt darauf hinweiſen, daß alle großen, allgemeinen Geſetze und alle umfaſſenden Erſcheinungsreihen der verſchiedenſten biologiſchen Gebiete einzig und allein durch die Entwickelungstheorie (und ſpeciell durch den biologiſchen Theil derſelben, die Deſcendenztheorie) erklärt und verſtanden werden können, und daß ſie ohne dieſelbe gänzlich unerklärt und unbegriffen bleiben. Sie alle begründen in ihrem inneren urſächlichen Zuſammenhang die Deſcendenztheorie als das größte biologiſche Inductionsgeſetz. Erlauben Sie mir, Ihnen ſchließlich

nochmals alle jene Inductionsreihen, alle jene allgemeinen biologiſchen Geſetze, auf welchen dieſes umfaſſende Entwickelungsgeſetz unumſtößlich feſt ruht, im Zuſammenhange zu nennen:

1) Die paläontologiſche Entwickelungsgeſchichte der Organismen, das ſtufenweiſe Auftreten und die hiſtoriſche Reihenfolge der verſchiedenen Arten und Artengruppen, die empiriſchen Geſetze des paläontologiſchen Artenwechſels, wie ſie uns durch die Verſteinerungskunde geliefert werden, insbeſondere die fortſchreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Thier- und Pflanzengruppen in den auf einander folgenden Perioden der Erdgeſchichte.

2) Die individuelle Entwickelungsgeſchichte der Organismen, die Embryologie und Metamorphologie, die ſtufenweiſen Veränderungen in der allmählichen Ausbildung des Körpers und ſeiner einzelnen Organe, namentlich die fortſchreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Organe und Körpertheile in den auf einander folgenden Perioden der individuellen Entwickelung.

3) Der innere urſächliche Zuſammenhang zwiſchen der Ontogenie und Phylogenie, der Parallelismus zwiſchen der individuellen Entwickelungsgeſchichte der Organismen und der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte ihrer Vorfahren, ein Cauſalnexus, der durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung thatſächlich begründet wird, und der ſich in den Worten zuſammenfaſſen läßt: Die Ontogenie wiederholt in großen Zügen nach den Geſetzen der Vererbung und Anpaſſung das Geſammtbild der Phylogenie.

4) Die vergleichende Anatomie der Organismen, der Nachweis von der weſentlichen Uebereinſtimmung des inneren Baues der verwandten Organismen, trotz der größten Verſchiedenheit der äußeren Form bei den verſchiedenen Arten; die Erklärung derſelben durch die urſächliche Abhängigkeit der inneren Uebereinſtimmung des Baues von der Vererbung, der äußeren Ungleichheit der Körperform von der Anpaſſung.

5) Der innere urſächliche Zuſammenhang zwiſchen der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte, die harmoniſche Uebereinſtimmung zwiſchen den Geſetzen der ſtufenweiſen Ausbildung, der fortſchreitenden Differenzirung und Vervollkommnung, wie ſie uns durch die vergleichende Anatomie auf der einen Seite, durch die Ontogenie und Paläontologie auf der anderen Seite klar vor Augen gelegt werden.

6) Die Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie, wie ich früher die Wiſſenſchaft von den rudimentären Organen, von den verkümmerten und entarteten, zweckloſen und unthätigen Körpertheilen genannt habe; einer der wichtigſten und intereſſanteſten Theile der vergleichenden Anatomie, welcher, richtig gewürdigt, für ſich allein ſchon im Stande iſt, den Grundirrthum der teleologiſchen und dualiſtiſchen Naturbetrachtung zu widerlegen, und die alleinige Begründung der mechaniſchen und moniſtiſchen Weltanſchauung zu beweiſen.

7) Das natürliche Syſtem der Organismen, die natürliche Gruppirung aller verſchiedenen Formen von Thieren, Pflanzen und Protiſten in zahlreiche, kleinere und größere, neben und über einander geordnete Gruppen; der verwandtſchaftliche Zuſammenhang der Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Klaſſen, Stämme u. ſ. w.; ganz beſonders aber die baumförmig verzweigte Geſtalt des natürlichen Syſtems, welche aus einer naturgemäßen Anordnung und Zuſammenſtellung aller dieſer Gruppenſtufen oder Kategorien ſich von ſelbſt ergiebt. Die ſtufenweis verſchiedene Formverwandtſchaft derſelben iſt nur dann erklärlich, wenn man ſie als Ausdruck der wirklichen Blutsverwandtſchaft betrachtet; die Baumform des natürlichen Syſtems kann nur als wirklicher Stammbaum der Organismen verſtanden werden.

8) Die Chorologie der Organismen, die Wiſſenſchaft von der räumlichen Verbreitung der organiſchen Species, von ihrer geographiſchen und topographiſchen Vertheilung über die Erdoberfläche, über die Höhen der Gebirge und die Tiefen

des Meeres, insbesondere die wichtige Erscheinung, daß jede Organismenart von einem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte" (richtiger „Urheimath" oder „Ausbreitungscentrum" genannt) ausgeht, d. h. von einem einzigen Orte, an welchem dieselbe einmal entstand, und von dem aus sie sich verbreitete.

9) Die Oecologie der Organismen, die Wissenschaft von den gesammten Beziehungen der Organismen zur umgebenden Außenwelt, zu den organischen und anorganischen Existenzbedingungen; die sogenannte „Oekonomie der Natur", die Wechselbeziehungen aller Organismen, welche an einem und demselben Orte mit einander leben, ihre Anpassung an die Umgebung, ihre Umbildung durch den Kampf um's Dasein, insbesondere die Verhältnisse des Parasitismus u. s. w. Gerade diese Erscheinungen der „Naturökonomie", welche der Laie bei oberflächlicher Betrachtung als die weisen Einrichtungen eines planmäßig wirkenden Schöpfers anzusehen pflegt, zeigen sich bei tieferem Eingehen als die nothwendigen Folgen mechanischer Ursachen.

10) Die Einheit der gesammten Biologie, der tiefe innere Zusammenhang, welcher zwischen allen genannten und allen übrigen Erscheinungsreihen in der Zoologie, Protistik uud Botanik besteht, und welcher sich einfach und natürlich aus einem einzigen gemeinsamen Grunde derselben erklärt. Dieser Grund kann kein anderer sein, als die gemeinsame Abstammung aller verschiedenartigen Organismen von einer einzigen, oder mehreren, absolut einfachen Stammformen, gleich den organlosen Moneren. Indem die Descendenztheorie diese gemeinsame Abstammung annimmt, wirft sie sowohl auf jene einzelnen Erscheinungsreihen, als auf die Gesammtheit derselben ein erklärendes Licht, ohne welches sie uns in ihrem inneren ursächlichen Zusammenhang ganz unverständlich bleiben. Die Gegner der Descendenztheorie vermögen uns weder eine einzige von jenen Erscheinungsreihen, noch ihren inneren Zusammenhang unter einander irgendwie zu erklären. So lange sie dies nicht vermögen, bleibt die Abstammungslehre die unentbehrlichste biologische Theorie.

Auf Grund der angeführten großartigen Zeugniſſe würden wir Lamarck's Deſcendenztheorie zur Erklärung der biologiſchen Phänomene ſelbſt dann annehmen müſſen, wenn wir nicht Darwin's Selectionstheorie beſäßen. Nun kommt aber dazu, daß die erſtere durch die letztere ſo vollſtändig direkt bewieſen und durch mechaniſche Urſachen begründet wird, wie wir es nur verlangen können. Die Geſetze der Vererbung und der Anpaſſung ſind allgemein anerkannte phyſiologiſche Thatſachen; jene ſind auf die Fortpflanzung, dieſe auf die Ernährung der Zellen zurückführbar. Andrerſeits iſt der Kampf um's Daſein eine biologiſche Thatſache, welche mit mathematiſcher Nothwendigkeit aus dem allgemeinen Mißverhältniß zwiſchen der Durchſchnittszahl der organiſchen Individuen und der Ueberzahl ihrer Keime folgt. Indem aber Anpaſſung und Vererbung im Kampf um's Daſein ſich in beſtändiger Wechſelwirkung befinden, folgt daraus unvermeidlich die natürliche Züchtung, welche überall und beſtändig umbildend auf die organiſchen Arten einwirkt, und neue Arten durch Divergenz des Charakters erzeugt. Beſonders begünſtigt wird ihre Wirkſamkeit noch durch die überall ſtattfindenden aktiven und paſſiven Wanderungen der Organismen. Wenn wir dieſe Umſtände recht in Erwägung ziehen, ſo erſcheint uns die beſtändige und allmähliche Umbildung oder Transmutation der organiſchen Species als ein biologiſcher Prozeß, welcher nach dem Cauſalgeſetz mit Nothwendigkeit aus der eigenen Natur der Organismen und ihren gegenſeitigen Wechſelbeziehungen folgen muß.

Daß auch der Urſprung des Menſchen aus dieſem allgemeinen organiſchen Umbildungsvorgang erklärt werden muß, und daß er ſich aus dieſem ebenſo einfach als natürlich erklärt, glaube ich Ihnen im vorletzten Vortrage hinreichend bewieſen zu haben. Ich kann aber hier nicht umhin, Sie nochmals auf den ganz unzertrennlichen Zuſammenhang dieſer ſogenannten „Affenlehre" oder „Pithekoidentheorie" mit der geſammten Deſcendenztheorie hinzuweiſen. Wenn die letztere das größte Inductionsgeſetz der Biologie iſt, ſo folgt daraus die erſtere mit Nothwendigkeit, als das wichtigſte Deductionsgeſetz

derſelben. Beide ſtehen und fallen mit einander. Da auf das richtige Verſtändniß dieſes Satzes, den ich für höchſt wichtig halte und deshalb ſchon mehrmals hervorgehoben habe, hier Alles ankommt, ſo erlauben Sie mir, denſelben jetzt noch an einem Beiſpiele zu erläutern.

Bei allen Säugethieren, die wir kennen, iſt der Centraltheil des Nervenſyſtems das Rückenmark und das Gehirn, und der Centraltheil des Blutkreislaufs ein vierfächeriges, aus zwei Kammern und zwei Vorkammern zuſammengeſetztes Herz. Wir ziehen daraus den allgemeinen Inductionsſchluß, daß alle Säugethiere ohne Ausnahme, die ausgeſtorbenen und die uns noch unbekannten lebenden Arten, eben ſo gut wie die von uns unterſuchten Species, die gleiche Organiſation, ein gleiches Herz, Gehirn und Rückenmark beſitzen. Wenn nun in irgend einem Erdtheile, wie es noch jetzt alljährlich vorkömmt, irgend eine neue Säugethierart entdeckt wird, z. B. eine neue Beutelthierart, oder eine neue Hirſchart, oder eine neue Affenart, ſo weiß jeder Zoolog von vornherein, ohne den inneren Bau derſelben unterſucht zu haben, ganz beſtimmt, daß dieſe Species, eben ſo wie alle übrigen Säugethiere, ein vierfächeriges Herz, ein Gehirn und ein Rückenmark beſitzen muß. Keinem einzigen Naturforſcher fällt es ein, daran zu zweifeln, und etwa zu denken, daß das Centralnervenſyſtem bei dieſer neuen Säugethierart möglicherweiſe aus einem Bauchmark mit Schlundring, wie bei den Gliederthieren, oder aus zerſtreuten Knotenpaaren, wie bei den Weichthieren beſtehen könnte; oder daß das Herz vielkammerig, wie bei den Inſekten, oder einkammerig, wie bei den Mantelthieren ſein könnte. Jener ganz beſtimmte und ſichere Schluß, welcher doch auf gar keiner unmittelbaren Erfahrung beruht, iſt ein Deductionsſchluß. Ebenſo begründete Goethe, wie ich in einem früheren Vortrage zeigte, aus der vergleichenden Anatomie der Säugethiere den allgemeinen Inductionsſchluß, daß dieſelben ſämmtlich einen Zwiſchenkiefer beſitzen, und zog daraus ſpäter den beſonderen Deductionsſchluß, daß auch der Menſch, der in allen übrigen Beziehungen nicht weſentlich von den anderen Säugethieren verſchieden ſei, einen ſolchen Zwiſchenkiefer beſitzen müſſe. Er behauptete dieſen Schluß, ohne den Zwi-

ſchenkiefer des Menſchen wirklich geſehen zu haben, und bewies deſſen Exiſtenz erſt nachträglich durch die wirkliche Beobachtung (S. 76).

Die Induction iſt alſo ein logiſches Schlußverfahren aus dem Beſonderen auf das Allgemeine, aus vielen einzelnen Erfahrungen auf ein allgemeines Geſetz; die Deduction dagegen ſchließt aus dem Allgemeinen auf das Beſondere, aus einem allgemeinen Naturgeſetze auf einen einzelnen Fall. So iſt nun auch ohne allen Zweifel die Deſcendenztheorie ein durch alle genannten biologiſchen Erfahrungen empiriſch begründetes großes Inductionsgeſetz; die Pithekoidentheorie dagegen, die Behauptung, daß der Menſch ſich aus niederen, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren, entwickelt habe, ein einzelnes Deductionsgeſetz, welches mit jenem allgemeinen Inductionsgeſetze unzertrennlich verbunden iſt.

Der Stammbaum des Menſchengeſchlechts, deſſen ungefähre Umriſſe ich Ihnen im vorletzten Vortrage gegeben habe, bleibt natürlich (gleich allen vorher erörterten Stammbäumen der Thiere und Pflanzen) in allen ſeinen Einzelheiten nur eine mehr oder weniger annähernde genealogiſche Hypotheſe. Dies thut aber der Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen im Ganzen keinen Eintrag. Hier, wie bei allen Unterſuchungen über die Abſtammungsverhältniſſe der Organismen, müſſen Sie wohl unterſcheiden zwiſchen der allgemeinen oder generellen Deſcendenz-Theorie, und der beſonderen oder ſpeciellen Deſcendenz-Hypotheſe. Die allgemeine Abſtammungs-Theorie beanſprucht volle und bleibende Geltung, weil ſie durch alle vorher genannten allgemeinen biologiſchen Erſcheinungsreihen und durch deren inneren urſächlichen Zuſammenhang inductiv begründet wird. Jede beſondere Abſtammungs-Hypotheſe dagegen iſt in ihrer ſpeciellen Geltung durch den jeweiligen Zuſtand unſerer biologiſchen Erkenntniß bedingt, und durch die Ausdehnung der objektiven empiriſchen Grundlage, auf welche wir durch ſubjektive Schlüſſe dieſe Hypotheſe deductiv gründen. Daher beſitzen alle einzelnen Verſuche zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer Organismengruppe immer nur einen zeitweiligen und bedingten Werth, und unſere ſpecielle Hypotheſe darüber

wird immer mehr vervollkommnet werden, je weiter wir in der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie der betreffenden Gruppe fortſchreiten. Je mehr wir uns dabei aber in genealogiſche Einzelheiten verlieren, je weiter wir die einzelnen Aeſte und Zweige des Stammbaumes verfolgen, deſto unſicherer und ſubjektiver wird, wegen der Unvollſtändigkeit der empiriſchen Grundlagen, unſere ſpecielle Abſtammungs-Hypotheſe. Dies thut jedoch der Sicherheit der generellen Abſtammungs-Theorie, welche das unentbehrliche Fundament für jedes tiefere Verſtändniß der biologiſchen Erſcheinungen iſt, keinen Abbruch. So erleidet es denn auch keinen Zweifel, daß wir die Abſtammung des Menſchen zunächſt aus affenartigen, weiterhin aus niederen Säugethieren, und ſo immer weiter aus immer tieferen Stufen des Wirbelthierſtammes, bis zu deſſen tiefſten wirbelloſen Wurzeln, ja bis zu einer einfachen Plaſtide herunter, als allgemeine Theorie mit voller Sicherheit behaupten können und müſſen. Dagegen wird die ſpecielle Verfolgung des menſchlichen Stammbaums, die nähere Beſtimmung der uns bekannten Thierformen, welche entweder wirklich zu den Vorfahren des Menſchen gehörten oder dieſen wenigſtens nächſtſtehende Blutsverwandte waren, ſtets eine mehr oder minder annähernde Deſcendenz-Hypotheſe bleiben, welche um ſo mehr Gefahr läuft, ſich von dem wirklichen Stammbaum zu entfernen, je näher ſie demſelben durch Aufſuchung der einzelnen Ahnenformen zu kommen ſucht. Dies iſt mit Nothwendigkeit durch die ungeheure Lückenhaftigkeit unſerer paläontologiſchen Kenntniſſe bedingt, welche unter keinen Umſtänden jemals eine annähernde Vollſtändigkeit erreichen werden.

Aus der denkenden Erwägung dieſes wichtigen Verhältniſſes ergiebt ſich auch bereits die Antwort auf eine Frage, welche gewöhnlich zunächſt bei Beſprechung dieſes Gegenſtandes aufgeworfen wird, nämlich die Frage nach den wiſſenſchaftlichen Beweiſen für den thieriſchen Urſprung des Menſchengeſchlechts. Nicht allein die Gegner der Deſcendenztheorie, ſondern auch viele Anhänger derſelben, denen die gehörige philoſophiſche Bildung mangelt, pflegen dabei vorzugsweiſe an einzelne Erfahrungen, an ſpecielle empiriſche Fortſchritte

der Naturwiſſenſchaft zu denken. Man erwartet, daß plötzlich die Entdeckung einer geſchwänzten Menſchenraſſe oder einer ſprechenden Affenart, oder einer anderen lebenden oder foſſilen Uebergangsform zwiſchen Menſchen und Affen, die zwiſchen beiden beſtehende enge Kluft noch mehr ausfüllen und ſomit die Abſtammung des Menſchen vom Affen empiriſch „beweiſen" ſoll. Derartige einzelne Erfahrungen, und wären ſie anſcheinend noch ſo überzeugend und beweiskräftig, können aber niemals den gewünſchten Beweis liefern. Gedankenloſe oder mit den biologiſchen Erſcheinungsreihen unbekannte Leute werden jenen einzelnen Zeugniſſen immer dieſelben Einwände entgegen halten können, die ſie unſerer Theorie auch jetzt entgegen halten.

Die unumſtößliche Sicherheit der Deſcendenz-Theorie, auch in ihrer Anwendung auf den Menſchen, liegt vielmehr viel tiefer, und kann niemals bloß durch einzelne empiriſche Erfahrungen, ſondern nur durch philoſophiſche Vergleichung und Verwerthung unſeres geſammten biologiſchen Erfahrungsſchatzes in ihrem wahren inneren Werthe erkannt werden. Sie liegt eben darin, daß die Deſcendenztheorie als ein allgemeines Inductionsgeſetz aus der vergleichenden Syntheſe aller organiſchen Naturerſcheinungen, und insbeſondere aus der dreifachen Parallele der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie mit Nothwendigkeit folgt; und die Pithekoidentheorie bleibt unter allen Umſtänden (ganz abgeſehen von allen Einzelbeweiſen) ein ſpecieller Deductionsſchluß, welcher wieder aus dem generellen Inductionsgeſetz der Deſcendenztheorie mit Nothwendigkeit gefolgert werden muß.

Auf das richtige Verſtändniß dieſer philoſophiſchen Begründung der Deſcendenztheorie und der mit ihr unzertrennlich verbundenen Pithekoidentheorie kommt meiner Anſicht nach Alles an. Viele von Ihnen werden mir dies vielleicht zugeben, aber mir zugleich entgegen halten, daß das Alles nur von der körperlichen, nicht von der geiſtigen Entwickelung des Menſchen gelte. Da wir nun bisher uns bloß mit der erſteren beſchäftigt haben, ſo iſt es wohl nothwendig, hier auch noch auf die letztere einen Blick zu werfen, und zu zeigen, daß auch ſie jenem großen allgemeinen Entwickelungsgeſetze

unterworfen iſt. Dabei iſt es vor Allem nothwendig, ſich in's Gedächtniß zurückzurufen, wie überhaupt das Geiſtige vom Körperlichen nie völlig geſchieden werden kann, beide Seiten der Natur vielmehr unzertrennlich verbunden ſind, und in der innigſten Wechſelwirkung mit einander ſtehen. Wie ſchon Goethe klar ausſprach, „kann die Materie nie ohne Geiſt, der Geiſt nie ohne Materie exiſtiren und wirkſam ſein". Der künſtliche Zwieſpalt, welchen die falſche dualiſtiſche und teleologiſche Philoſophie der Vergangenheit zwiſchen Geiſt und Körper, zwiſchen Kraft und Stoff aufrecht erhielt, iſt durch die Fortſchritte der Naturerkenntniß und namentlich der Entwickelungslehre aufgelöſt, und kann gegenüber der ſiegreichen mechaniſchen und moniſtiſchen Philoſophie unſerer Zeit nicht mehr beſtehen. Wie demgemäß die Menſchennatur in ihrer Stellung zur übrigen Welt aufgefaßt werden muß, hat in neuerer Zeit beſonders Radenhauſen in ſeiner vortrefflichen „Iſis"[88]) und Hartmann in ſeiner berühmten „Philoſophie des Unbewußten" ausführlich erörtert.

Was nun ſpeciell den Urſprung des menſchlichen Geiſtes oder der Seele des Menſchen betrifft, ſo nehmen wir zunächſt an jedem menſchlichen Individuum wahr, daß ſich dieſelbe von Anfang an ſchrittweiſe und allmählich entwickelt, ebenſo wie der Körper. Wir ſehen am neugeborenen Kinde, daß daſſelbe weder ſelbſtſtändiges Bewußtſein, noch überhaupt klare Vorſtellungen beſitzt. Dieſe entſtehen erſt allmählich, wenn mittelſt der ſinnlichen Erfahrung die Erſcheinungen der Außenwelt auf das Centralnervenſyſtem einwirken. Aber noch entbehrt das kleine Kind aller jener differenzirten Seelenbewegungen, welche der erwachſene Menſch erſt durch langjährige Erfahrung erwirbt. Aus dieſer ſtufenweiſen Entwickelung der Menſchenſeele in jedem einzelnen Individuum können wir nun, gemäß dem innigen urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen Ontogenie und Phylogenie, unmittelbar auf die ſtufenweiſe Entwickelung der Menſchenſeele in der ganzen Menſchheit und weiterhin in dem ganzen Wirbelthierſtamme zurückſchließen. In unzertrennlicher Verbindung mit dem Körper hat auch der Geiſt des Menſchen alle jene langſamen Stufen der Entwickelung, alle jene einzelnen

Schritte der Differenzirung und Vervollkommnung durchmeſſen müſſen, von welchen Ihnen die hypothetiſche Ahnenreihe des Menſchen im vorletzten Vortrage ein ungefähres Bild gegeben hat.

Allerdings pflegt gerade dieſe Vorſtellung bei den meiſten Menſchen, wenn ſie zuerſt mit der Entwickelungslehre bekannt werden, den größten Anſtoß zu erregen, weil ſie am meiſten den hergebrachten mythologiſchen Anſchauungen und den durch ein Alter von Jahrtauſenden geheiligten Vorurtheilen widerſpricht. Allein eben ſo gut wie alle anderen Funktionen der Organismen muß nothwendig auch die Menſchenſeele ſich hiſtoriſch entwickelt haben, und die vergleichende Seelenlehre oder die empiriſche Pſychologie der Thiere zeigt uns klar, daß dieſe Entwickelung nur gedacht werden kann als eine ſtufenweiſe Hervorbildung aus der Wirbelthierſeele, als eine allmähliche Differenzirung und Vervollkommnung, welche erſt im Laufe vieler Jahrtauſende zu dem herrlichen Triumph des Menſchengeiſtes über ſeine niederen thieriſchen Ahnenſtufen geführt hat. Hier, wie überall, iſt die Unterſuchung der Entwickelung und die Vergleichung der verwandten Erſcheinungen der einzige Weg, um zur Erkenntniß der natürlichen Wahrheit zu gelangen. Wir müſſen alſo vor Allem, wie wir es auch bei Unterſuchung der körperlichen Entwickelung thaten, die höchſten thieriſchen Erſcheinungen einerſeits mit den niederſten thieriſchen, andrerſeits mit den niederſten menſchlichen Erſcheinungen vergleichen. Das Endreſultat dieſer Vergleichung iſt, daß *zwiſchen den höchſtentwickelten Thierſeelen und den tiefſtentwickelten Menſchenſeelen nur ein geringer quantitativer, aber kein qualitativer Unterſchied exiſtirt*, und daß dieſer Unterſchied viel geringer iſt, als der Unterſchied zwiſchen den niederſten und höchſten Menſchenſeelen, oder als der Unterſchied zwiſchen den höchſten und niederſten Thierſeelen.

Um ſich von der Begründung dieſes wichtigen Reſultates zu überzeugen, muß man vor Allem das Geiſtesleben der wilden Naturvölker und der Kinder vergleichend ſtudiren[51]). Auf der tiefſten Stufe menſchlicher Geiſtesbildung ſtehen die Auſtralier, einige Stämme der polyneſiſchen Papuas, und in Afrika die Buſchmänner, die Hottentotten

und einige Stämme der Neger. Die Sprache, der wichtigste Charakter des echten Menschen, ist bei ihnen auf der tiefsten Stufe der Ausbildung stehen geblieben, und damit natürlich auch die Begriffsbildung. Manche dieser wilden Stämme haben nicht einmal eine Bezeichnung für Thier, Pflanze, Ton, Farbe und dergleichen einfachste Begriffe, wogegen sie für jede einzelne auffallende Thier- oder Pflanzenform, für jeden einzelnen Ton oder Farbe ein Wort besitzen. Es fehlen also selbst die nächstliegenden Abstractionen. In vielen solcher Sprachen giebt es bloß Zahlwörter für Eins, Zwei und Drei; keine australische Sprache zählt über Vier. Sehr viele wilde Völker können nur bis zehn oder zwanzig zählen, während man einzelne sehr gescheidte Hunde dazu gebracht hat, bis vierzig und selbst über sechzig zu zählen. Und doch ist die Zahl der Anfang der Mathematik! Einzelne von den wildesten Stämmen im südlichen Asien und östlichen Afrika haben von der ersten Grundlage aller menschlichen Gesittung, vom Familienleben und der Ehe, noch gar keinen Begriff. Sie leben in umherschweifenden Heerden beisammen, welche in ihrer ganzen Lebensweise mehr Aehnlichkeit mit wilden Affenheerden, als mit civilisirten Menschen-Staaten besitzen. Alle Versuche, diese und viele andere Stämme der niederen Menschenarten der Kultur zugänglich zu machen, sind bisher gescheitert; es ist unmöglich, da menschliche Bildung pflanzen zu wollen, wo der nöthige Boden dazu, die menschliche Gehirnvervollkommnung, noch fehlt. Noch keiner von jenen Stämmen ist durch die Kultur veredelt worden; sie gehen nur rascher dadurch zu Grunde. Sie haben sich kaum über jene tiefste Stufe des Uebergangs vom Menschenaffen zum Affenmenschen erhoben, welche die Stammeltern der höheren Menschenarten schon seit Jahrtausenden überschritten haben[44]).

Betrachten Sie nun auf der anderen Seite die höchsten Entwickelungsstufen des Seelenlebens bei den höheren Wirbelthieren, namentlich Vögeln und Säugethieren. Wenn Sie in herkömmlicher Weise als die drei Hauptgruppen der verschiedenen Seelenbewegungen das Empfinden, Wollen und Denken unterscheiden, so finden Sie, daß in jeder dieser Beziehungen die höchst entwickelten Vögel und Säugethiere

jenen niederſten Menſchenformen ſich an die Seite ſtellen, oder ſie ſelbſt entſchieden überflügeln. Der Wille iſt bei den höheren Thieren ebenſo entſchieden und ſtark, wie bei charaktervollen Menſchen entwickelt. Hier wie dort iſt er eigentlich niemals frei, ſondern ſtets durch eine Kette von urſächlichen Vorſtellungen bedingt (vergl. S. 212). Auch ſtufen ſich die verſchiedenen Grade des Willens, der Energie und der Leidenſchaft bei den höheren Thieren ebenſo mannichfaltig, als bei den Menſchen ab. Die Empfindungen der höheren Thiere ſind nicht weniger zart und warm, als die der Menſchen. Die Treue und Anhänglichkeit des Hundes, die Mutterliebe der Löwin, die Gattenliebe und eheliche Treue der Tauben und der Inſeparables iſt ſprichwörtlich, und wie vielen Menſchen könnte ſie zum Muſter dienen! Wenn man hier die Tugenden als „Inſtinkte" zu bezeichnen pflegt, ſo verdienen ſie beim Menſchen ganz dieſelbe Bezeichnung. Was endlich das Denken betrifft, deſſen vergleichende Betrachtung zweifelsohne die meiſten Schwierigkeiten bietet, ſo läßt ſich doch ſchon aus der vergleichenden pſychologiſchen Unterſuchung, namentlich der kultivirten Hausthiere, ſo viel mit Sicherheit entnehmen, daß die Vorgänge des Denkens hier nach denſelben Geſetzen, wie bei uns, erfolgen. Ueberall liegen Erfahrungen den Vorſtellungen zu Grunde und vermitteln die Erkenntniß des Zuſammenhangs zwiſchen Urſache und Wirkung. Ueberall iſt es, wie beim Menſchen, der Weg der Induction und Deduction, welcher die Thiere zur Bildung der Schlüſſe führt. Offenbar ſtehen in allen dieſen Beziehungen die höchſt entwickelten Thiere dem Menſchen viel näher als den niederen Thieren, obgleich ſie durch eine lange Kette von allmählichen Zwiſchenſtufen auch mit den letzteren verbunden ſind. In Wundts trefflichen Vorleſungen über die Menſchen- und Thierſeele [46]) finden ſich dafür eine Menge von Belegen.

Wenn Sie nun, nach beiden Richtungen hin vergleichend, die niederſten affenähnlichſten Menſchen, die Auſtralneger, Buſchmänner, Andamanen u. ſ. w. einerſeits mit dieſen höchſtentwickelten Thieren, z. B. Affen, Hunden, Elephanten, andrerſeits mit den höchſtentwickelten Menſchen, einem Ariſtoteles, Newton, Spinoza, Kant, La-

marck, Goethe zuſammenſtellen, ſo wird Ihnen die Behauptung nicht mehr übertrieben erſcheinen, daß das Seelenleben der höheren Säugethiere ſich ſtufenweiſe zu demjenigen des Menſchen entwickelt hat. Wenn Sie hier eine ſcharfe Grenze ziehen wollten, ſo müßten Sie dieſelbe geradezu zwiſchen den höchſtentwickelten Kulturmenſchen einerſeits und den roheſten Naturmenſchen andrerſeits ziehen, und letztere mit den Thieren vereinigen. Das iſt in der That die Anſicht vieler Reiſender, welche jene niederſten Menſchenraſſen in ihrem Vaterlande andauernd beobachtet haben. So ſagt z. B. ein vielgereiſter Engländer, welcher längere Zeit an der afrikaniſchen Weſtküſte lebte: „den Neger halte ich für eine niedere Menſchenart (Species) und kann mich nicht entſchließen, als „Menſch und Bruder" auf ihn herabzuſchauen, man müßte denn auch den Gorilla in die Familie aufnehmen". Selbſt viele chriſtliche Miſſionäre, welche nach jahrelanger vergeblicher Arbeit von ihren fruchtloſen Civiliſationsbeſtrebungen bei den niederſten Völkern abſtanden, fällen daſſelbe harte Urtheil, und behaupten, daß man eher die bildungsfähigen Hausthiere, als dieſe unvernünftigen viehiſchen Menſchen zu einem geſitteten Kulturleben erziehen könne. Der tüchtige öſterreichiſche Miſſionär Morlang z. B., welcher ohne allen Erfolg viele Jahre hindurch die affenartigen Negerſtämme am oberen Nil zu civiliſiren ſuchte, ſagt ausdrücklich, „daß unter ſolchen Wilden jede Miſſion durchaus nutzlos ſei. Sie ſtänden weit unter den unvernünftigen Thieren; dieſe letzteren legten doch wenigſtens Zeichen der Zuneigung gegen Diejenigen an den Tag, die freundlich gegen ſie ſind; während jene viehiſchen Eingeborenen allen Gefühlen der Dankbarkeit völlig unzugänglich ſeien."

Wenn nun aus dieſen und vielen anderen Zeugniſſen zuverläſſig hervorgeht, daß die geiſtigen Unterſchiede zwiſchen den niederſten Menſchen und den höchſten Thieren geringer ſind, als diejenigen zwiſchen den niederſten und den höchſten Menſchen, und wenn Sie damit die Thatſache zuſammenhalten, daß bei jedem einzelnen Menſchenkinde ſich das Geiſtesleben aus dem tiefſten Zuſtande thieriſcher Bewußtloſigkeit heraus langſam, ſtufenweiſe und allmählich entwickelt, ſollen wir dann

noch daran Anſtoß nehmen, daß auch der Geiſt des ganzen Menſchengeſchlechts ſich in gleicher Art langſam und ſtufenweiſe hiſtoriſch entwickelt hat? Und ſollen wir in dieſer Thatſache, daß die Menſchenſeele durch einen langen und langſamen Prozeß der Differenzirung und Vervollkommnung ſich ganz allmählich aus der Wirbelthierſeele hervorgebildet hat, eine „Entwürdigung" des menſchlichen Geiſtes finden? Ich geſtehe Ihnen offen, daß dieſe letztere Anſchauung, welche gegenwärtig von vielen Menſchen der Pithekoidentheorie entgegengehalten wird, mir ganz unbegreiflich iſt. Sehr richtig ſagt darüber Bernhard Cotta in ſeiner trefflichen Geologie der Gegenwart: „Unſere Vorfahren können uns ſehr zur Ehre gereichen; viel beſſer noch aber iſt es, wenn wir ihnen zur Ehre gereichen" [31]).

Unſere Entwickelungslehre erklärt den Urſprung des Menſchen und den Lauf ſeiner hiſtoriſchen Entwickelung in der einzig natürlichen Weiſe. Wir erblicken in ſeiner ſtufenweiſe aufſteigenden Entwickelung aus den niederen Wirbelthieren den höchſten Triumph der Menſchennatur über die geſammte übrige Natur. Wir ſind ſtolz darauf, unſere niederen thieriſchen Vorfahren ſo unendlich weit überflügelt zu haben, und entnehmen daraus die tröſtliche Gewißheit, daß auch in Zukunft das Menſchengeſchlecht im Großen und Ganzen die ruhmvolle Bahn fortſchreitender Entwickelung verfolgen, und eine immer höhere Stufe geiſtiger Vollkommenheit erklimmen wird. In dieſem Sinne betrachtet, eröffnet uns die Deſcendenztheorie in ihrer Anwendung auf den Menſchen die ermuthigendſte Ausſicht in die Zukunft, und entkräftet alle Befürchtungen, welche man ihrer Verbreitung entgegen gehalten hat.

Schon jetzt läßt ſich mit Beſtimmtheit vorausſehen, daß der vollſtändige Sieg unſerer Entwickelungslehre unermeßlich reiche Früchte tragen wird, Früchte, die in der ganzen Kulturgeſchichte der Menſchheit ohne Gleichen ſind. Die nächſte und unmittelbarſte Folge deſſelben, die gänzliche Reform der Biologie, wird nothwendig die noch wichtigere und folgenreichere Reform der Anthropologie nach ſich ziehen. Aus dieſer neuen Menſchenlehre wird ſich eine neue Philoſophie entwickeln, nicht gleich den meiſten der bisherigen luftigen

Systeme auf metaphysische Spekulationen, sondern auf den realen Boden der vergleichenden Zoologie gegründet. Schon jetzt hat der geistvolle englische Philosoph Herbert Spencer[45]) dazu einen Anfang gemacht. Wie aber diese neue monistische Philosophie uns einerseits erst das wahre Verständniß der wirklichen Welt erschließt, so wird sie andrerseits in ihrer segensreichen Anwendung auf das praktische Menschenleben uns einen neuen Weg der moralischen Vervollkommnung eröffnen. Mit ihrer Hülfe werden wir endlich anfangen, uns aus dem traurigen Zustande socialer Barbarei emporzuarbeiten, in welchen wir, trotz der vielgerühmten Civilisation unseres Jahrhunderts, immer noch versunken sind. Denn leider ist nur zu wahr, was der berühmte Alfred Wallace in dieser Beziehung am Schlusse seines Reisewerks[36]) bemerkt: „Verglichen mit unseren erstaunlichen Fortschritten in den physikalischen Wissenschaften und in ihrer praktischen Anwendung bleibt unser System der Regierung, der administrativen Justiz, der Nationalerziehung, und unsere ganze sociale und moralische Organisation in einem Zustande der Barbarei."

Diese sociale und moralische Barbarei werden wir nimmermehr durch die gekünstelte und geschraubte Erziehung, durch den einseitigen und mangelhaften Unterricht, durch die innere Unwahrheit und den äußeren Aufputz unserer heutigen Civilisation überwinden. Vielmehr ist dazu vor allem eine vollständige und aufrichtige Umkehr zur Natur und zu natürlichen Verhältnissen nothwendig. Diese Umkehr wird aber erst möglich, wenn der Mensch seine wahre „Stellung in der Natur" erkennt und begreift. Dann wird sich der Mensch, wie Fritz Ratzel treffend bemerkt, „nicht länger als eine Ausnahme von den Naturgesetzen betrachten, sondern wird endlich anfangen, das Gesetzmäßige in seinen eigenen Handlungen und Gedanken aufzusuchen, und streben, sein Leben den Naturgesetzen gemäß zu führen. Er wird dahin kommen, das Zusammenleben mit Seinesgleichen, d. h. die Familie und den Staat, nicht nach den Satzungen ferner Jahrhunderte, sondern nach den vernünftigen Prinzipien einer naturgemäßen Erkenntniß einzurichten. Politik, Moral, Rechtsgrundsätze, welche jetzt noch

aus allen möglichen Quellen gespeist werden, werden nur den Naturgesetzen entsprechend zu gestalten sein. Das menschenwürdige Dasein, von welchem seit Jahrtausenden gefabelt wird, wird endlich zur Wahrheit werden."

Die höchste Leistung des menschlichen Geistes ist die vollkommene Erkenntniß, das entwickelte Menschenbewußtsein, und die daraus entspringende sittliche Thatkraft. „Erkenne Dich selbst"! So riefen schon die Philosophen des Alterthums dem nach Veredelung strebenden Menschen zu. „Erkenne Dich selbst"! So ruft die Entwickelungslehre nicht allein dem einzelnen menschlichen Individuum, sondern der ganzen Menschheit zu. Und wie die fortschreitende Selbsterkenntniß für jeden einzelnen Menschen der mächtigste Hebel zur sittlichen Vervollkommnung wird, so wird auch die Menschheit als Ganzes durch die Erkenntniß ihres wahren Ursprungs und ihrer wirklichen Stellung in der Natur auf eine höhere Bahn der moralischen Vollendung geleitet werden. Die einfache Naturreligion, welche sich auf das klare Wissen von der Natur und ihren unerschöpflichen Offenbarungsschatz gründet, wird zukünftig in weit höherem Maße veredelnd und vervollkommnend auf den Entwickelungsgang der Menschheit einwirken, als die mannichfaltigen Kirchenreligionen der verschiedenen Völker, welche auf dem blinden Glauben an die dunkeln Geheimnisse einer Priesterkaste und ihre mythologischen Offenbarungen beruhen. Kommende Jahrhunderte werden unsere Zeit, welcher mit der wissenschaftlichen Begründung der Abstammungslehre der höchste Preis menschlicher Erkenntniß beschieden war, als den Zeitpunkt feiern, mit welchem ein neues segensreiches Zeitalter der menschlichen Entwickelung beginnt, charakterisirt durch den Sieg des freien erkennenden Geistes über die Gewaltherrschaft der Autorität, und durch den mächtig veredelnden Einfluß der monistischen Philosophie.

Verzeichniß

der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften,

deren Studium dem Leser zu empfehlen ist.

---

1. Charles Darwin, On the Origin of Species by means of natural selection (or the preservation of favoured races in the struggle for life). London 1859. (VI Edition: 1872.) Ins Deutsche übersetzt von H. G. Bronn unter dem Titel: Charles Darwin, über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Dasein. Stuttgart 1860 (V. Auflage durchgesehen und berichtigt von Victor Carus: 1872).

2. Jean Lamarck, Philosophie zoologique, ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux; à la diversité de leur organisation et des facultés, qu'ils en obtiennent; aux causes physiques, qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens, qu'ils exécutent; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués. 2 Tomes. Paris 1809. Nouvelle edition, revue et précédée d'une introduction biographique par Charles Martins. Paris 1873.

3. Wolfgang Goethe, Zur Morphologie: Bildung und Umbildung organischer Naturen. Die Metamorphose der Pflanzen (1790). Osteologie (1786). Vorträge über die drei ersten Kapitel des Entwurfs einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Osteologie (1786). Zur Naturwissenschaft im Allgemeinen (1780—1832).

4. Ernst Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der organischen Formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenztheorie. I. Band: Allgemeine Anatomie der Organismen oder Wissenschaft von den entwickelten organischen Formen. II. Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen oder Wissenschaft von den entstehenden organischen Formen. Berlin 1866.

5. Louis Agassiz, An essay on classification. Contributions to the natural history of the united states. Boston. Vol. I. 1857.

6. August Schleicher, Die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft. Weimar 1863. II. Aufl. 1873.

7. M. J. Schleiden, Die Pflanze und ihr Leben. VI. Aufl. Leipzig 1864.

8. Franz Unger, Verſuch einer Geſchichte der Pflanzenwelt. Wien 1852.

9. Victor Carus, Syſtem der thieriſchen Morphologie. Leipzig 1853.

10. Louis Büchner, Kraft und Stoff. Empiriſch-naturphiloſophiſche Studien in allgemein verſtändlicher Darſtellung. Frankfurt 1855 (III. Auflage). 1867 (IX. Auflage).

11. Charles Lyell, Principles of Geology. London 1830. (X. Edit. 1868.)

12. Albert Lange, Geſchichte des Materialismus und Kritik ſeiner Bedeutung in der Gegenwart. Iſerlohn 1866. II. Aufl. 1873.

13. Charles Darwin, Naturwiſſenſchaftliche Reiſen. Deutſch von Ernſt Dieffenbach. 2 Thle. Braunſchweig 1844.

14. Charles Darwin, the variation of animals and plants under domestication. 2 Voll. London 1868. Ins Deutſche überſetzt von Victor Carus unter dem Titel: Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zuſtande der Domeſtikation. 2 Bde. Stuttgart 1868.

15. Ernſt Haeckel, Studien über Moneren und andere Protiſten, nebſt einer Rede über Entwickelungsgang und Aufgabe der Zoologie. Mit 6 Kupfertafeln. Leipzig 1870.

16. Fritz Müller, Für Darwin. Leipzig 1864.

17. Thomas Huxley, Ueber unſere Kenntniß von den Urſachen der Erſcheinungen in der organiſchen Natur. Sechs Vorleſungen für Laien. Ueberſetzt von Carl Vogt. Braunſchweig 1865.

18. H. G. Bronn, Morphologiſche Studien über die Geſtaltungsgeſetze der Naturkörper überhaupt, und der organiſchen insbeſondere. Leipz. u. Heidelb. 1858.

19. H. G. Bronn, Unterſuchungen über die Entwickelungsgeſetze der organiſchen Welt während der Bildungszeit unſerer Erdoberfläche. Stuttgart 1858.

20. Carl Ernſt Bär, Ueber Entwickelungsgeſchichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. 2 Bde. 1828—1837.

21. Carl Gegenbaur, Grundriß der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1859 (III. umgearbeitete Auflage 1874).

22. Immanuel Kant, Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels, oder Verſuch von der Verfaſſung und dem mechaniſchen Urſprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'ſchen Grundſätzen abgehandelt. Königsberg 1755.

23. Ernſt Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Mit einem Atlas von 35 Kupfertafeln. Berlin 1862.

24. Auguſt Weismann, Ueber den Einfluß der Iſolirung auf die Artbildung. Leipzig 1872.

Verzeichniß

der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften,

deren Studium dem Leſer zu empfehlen iſt.

---

1. Charles Darwin, On the Origin of Species by means of natural selection (or the preservation of favoured races in the struggle for life). London 1859. (VI Edition: 1872.) Ins Deutſche überſetzt von H. G. Bronn unter dem Titel: Charles Darwin, über die Entſtehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Raſſen im Kampfe um's Daſein. Stuttgart 1860 (V. Auflage durchgeſehen und berichtigt von Victor Carus: 1872).

2. Jean Lamarck, Philosophie zoologique, ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux; à la diversité de leur organisation et des facultés, qu'ils en obtiennent; aux causes physiques, qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens, qu'ils exécutent; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués. 2 Tomes. Paris 1809. Nouvelle edition, revue et précédée d'une introduction biographique par Charles Martins. Paris 1873.

3. Wolfgang Goethe, Zur Morphologie: Bildung und Umbildung organiſcher Naturen. Die Metamorphoſe der Pflanzen (1790). Oſteologie (1786). Vorträge über die drei erſten Kapitel des Entwurfs einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Oſteologie (1786). Zur Naturwiſſenſchaft im Allgemeinen (1780—1832).

4. Ernſt Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der organiſchen Formenwiſſenſchaft, mechaniſch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Deſcendenztheorie. I. Band: Allgemeine Anatomie der Organismen oder Wiſſenſchaft von den entwickelten organiſchen Formen. II. Band: Allgemeine Entwickelungsgeſchichte der Organismen oder Wiſſenſchaft von den entſtehenden organiſchen Formen. Berlin 1866.

5. Louis Agassiz, An essay on classification. Contributions to the natural history of the united states. Boston. Vol. I. 1857.

6. Auguſt Schleicher, Die Darwin'ſche Theorie und die Sprachwiſſenſchaft. Weimar 1863. II. Aufl. 1873.

42. Friedrich Müller, Allgemeine Ethnographie. Wien 1873.

43. Ludwig Büchner, Der Menſch und ſeine Stellung in der Natur, in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. II. Aufl. Leipzig 1872.

44. John Lubbock, Prehistoric Times. London 1867. Deutſch von A. Paſſow unter dem Titel: Die vorgeſchichtliche Zeit. Jena 1874.

45. Herbert Spencer, A System of Philosophy (1. First Principles. 2. Principles of Biology. 3. Principles of Psychology etc.). London 1867.

46. Wilhelm Wundt, Vorleſungen über die Menſchen- und Thierſeele. Leipzig 1863.

47. Wallace Wood, Chronos. Mother Earth's Biography. London 1873.

48. Charles Darwin, The descent of man, and selection in relation to sex. 2 Voll. London 1871. Ins Deutſche überſetzt von Victor Carus unter dem Titel: „Die Abſtammung des Menſchen und die geſchlechtliche Zuchtwahl". 2 Bde. Stuttgart 1871.

49. Charles Darwin, The expression of the emotions in man and animals. London 1872. Ins Deutſche überſetzt von Victor Carus. unter dem Titel: Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei den Menſchen und den Thieren. Stuttgart 1872.

50. Ernſt Häckel, Die Kalkſchwämme (Calciſpongien oder Grantien). Eine Monographie in zwei Bänden Text und einem Atlas mit 60 Tafeln Abbildungen. I. Band (Genereller Theil). Biologie der Kalkſchwämme. II. Band (Specieller Theil). Syſtem der Kalkſchwämme. III. Band (Illuſtrativer Theil). Atlas der Kalkſchwämme. Berlin 1872.

51. Hermann Müller, Die Befruchtung der Blumen durch Inſekten. Leipzig 1873.

52. Ernſt Häckel, Das Leben in den größten Meerestiefen; Sammlung von Virchow und Holtzendorff. V. Serie. 1870.

53. Friedrich Zöllner, Ueber die Natur der Kometen. Beiträge zur Geſchichte und Theorie der Erkenntniß. Leipzig 1872.

54. Ernſt Haeckel, Die Gaſträa-Theorie, die phylogenetiſche Claſſification des Thierreichs und die Homologie der Keimblätter. Jenaiſche Zeitſchrift für Naturwiſſenſchaft. 1874. Bd. VIII.

55. David Friedrich Strauß, Der alte und der neue Glaube. Ein Bekenntniß. Leipzig 1872. Sechſte Auflage 1874.

56. Ernſt Haeckel, Anthropogenie oder Entwickelungsgeſchichte des Menſchen. Gemeinverſtändliche wiſſenſchaftliche Vorträge über die Grundzüge der menſchlichen Keimes- und Stammes-Geſchichte. Mit 12 Tafeln, 210 Holzſchnitten und 36 genetiſchen Tabellen. Leipzig 1874.

25. Ernſt Haeckel, Ueber die Entſtehung und den Stammbaum des Menſchengeſchlechts. Zwei Vorträge in der Sammlung gemeinverſtändlicher wiſſenſchaftlicher Vorträge, herausgegeben von Virchow und Holtzendorff. Berlin 1868. (III. Auflage, 1872.)

26. Thomas Huxley, Zeugniſſe für die Stellung des Menſchen in der Natur. Drei Abhandlungen: Ueber die Naturgeſchichte der menſchenähnlichen Affen. Ueber die Beziehungen des Menſchen zu den nächſtniederen Thieren. Ueber einige foſſile menſchliche Ueberreſte. Ueberſetzt von Victor Carus. Braunſchweig 1863.

27. Carl Vogt, Vorleſungen über den Menſchen, ſeine Stellung in der Schöpfung und in der Geſchichte der Erde. 2 Bde. Gießen 1863.

28. Friedrich Rolle, Der Menſch, ſeine Abſtammung und Geſittung im Lichte der Darwin'ſchen Lehre von der Art-Entſtehung und auf Grund der neueren geologiſchen Entdeckungen dargeſtellt. Frankfurt a./M. 1866.

29. Eduard Reich, Die allgemeine Naturlehre des Menſchen. Gießen 1865.

30. Charles Lyell, Das Alter des Menſchengeſchlechts auf der Erde und der Urſprung der Arten durch Abänderung, nebſt einer Beſchreibung der Eiszeit. Ueberſetzt mit Zuſätzen von Louis Büchner. Leipzig 1864.

31. Bernhard Cotta, Die Geologie der Gegenwart. Leipzig 1866. (IV. umgearbeitete Auflage. 1874).

32. Karl Zittel, Aus der Urzeit. Bilder aus der Schöpfungsgeſchichte. München 1872.

33. C. Radenhauſen, Iſis. Der Menſch und die Welt. 4 Bde. Hamburg 1863. (II. Auflage 1871.)

34. Auguſt Schleicher, Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeſchichte des Menſchen. Weimar 1865.

35. Wilhelm Bleek, Ueber den Urſprung der Sprache. Herausgegeben mit einem Vorwort von Ernſt Haeckel. Weimar 1868.

36. Alfred Ruſſel Wallace, Der malayiſche Archipel. Deutſch von A. B. Meyer. 2 Bde. Braunſchweig 1869.

37. Ernſt Haeckel, Ueber Arbeitstheilung in Natur- und Menſchenleben. Sammlung gemeinverſtändlicher wiſſenſchaftlicher Vorträge, herausgegeben von Virchow und Holtzendorff. IV. Serie. 1869. Heft 78. II. Auflage.

38. Hermann Helmholtz, Populäre wiſſenſchaftliche Vorträge. Braunſchweig 1871.

39. Alexander Humboldt, Anſichten der Natur. Stuttgart 1826.

40. Moritz Wagner, Die Darwinſche Theorie und das Migrationsgeſetz der Organismen. Leipzig 1868.

41. Rudolf Virchow, Vier Reden über Leben und Krankſein. Berlin 1862.

zieht sich kugelig zusammen (Fig. 16 und Fig. 1). In diesem Ruhezustande schwitzt die Kugel eine gallertige structurlose Hülle aus (Fig. 2) und zerfällt nach einiger Zeit in eine große Anzahl kleiner Schleimkügelchen (Fig. 3). Diese fangen bald an, sich zu bewegen, nehmen Birnform an (Fig. 4), durchbrechen die gemeinsame Hülle (Fig. 5) und schwimmen nun mittelst eines haarfeinen, geißelförmigen Fortsatzes frei im Meere umher, wie Geißelschwärmer oder Flagellaten (S. 383, Fig. 11). Wenn sie nun eine Spirula-Schale oder einen anderen passenden Gegenstand antreffen, lassen sie sich auf diesem nieder, ziehen ihre Geißel ein und kriechen mittelst formwechselnder Fortsätze langsam auf demselben umher (Fig. 6, 7, 8), wie Protamoeben (S. 167, 378). Diese kleinen Schleimkörperchen nehmen Nahrung auf (Fig. 9, 10) und gehen entweder durch einfaches Wachsthum oder, indem mehrere zu einem größeren Schleimkörper (Plasmodium) verschmelzen (Fig. 13, 14), in die erwachsene Form über (Fig. 11, 12).

Taf. II und III (zwischen S. 272 und 273).

Keime oder Embryen von vier verschiedenen Wirbelthieren, nämlich Schildkröte (A und E), Huhn (B und F), Hund (C und G), Mensch (D und H). Fig. A—D stellt ein früheres, Fig. E—H ein späteres Stadium der Entwickelung dar. Alle acht Embryen sind von der rechten Seite gesehen, den gewölbten Rücken nach links gewendet. Fig. A und B sind siebenmal, Fig. C und D fünfmal, Fig. E—H viermal vergrößert. Taf. II erläutert die ganz nahe Blutsverwandtschaft der Reptilien und Vögel, Taf. III dagegen diejenige des Menschen und der übrigen Säugethiere (vergl. auch S. 513, 530 u. s. w.).

Taf. IV (zwischen S. 362 und 363).

Hand oder Vorderfuß von neun verschiedenen Säugethieren. Diese Tafel soll die Bedeutung der vergleichenden Anatomie für die Phylogenie erläutern, indem sie nachweist, wie sich die innere Skeletform der Gliedmaßen durch Vererbung beständig erhält, trotzdem die äußere Form durch Anpassung außerordentlich verändert wird. Die Knochen des Hand-Skelets sind weiß in das braune Fleisch und die Haut eingezeichnet, von denen sie umschlossen werden. Alle neun Hände sind genau in derselben Lage dargestellt, nämlich die Handwurzel (an welche sich oben der Arm ansetzen würde) nach oben gerichtet, die Fingerspitzen oder Zehenspitzen nach unten. Der Daumen oder die erste (große) Vorderzehe ist in jeder Figur links, der kleine Finger oder die fünfte Zehe dagegen rechts am Rande der Hand sichtbar. Jede Hand besteht aus drei Theilen, nämlich I. der Handwurzel (Carpus), welche aus zwei Querreihen von kurzen Knochen zusammengesetzt ist (am oberen Rande der Hand); II. der Mittelhand (Metacarpus), welche aus fünf langen und starken Knochen zusammengesetzt ist

Anhang.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I (zwiſchen S. 168 und 169).

Lebensgeſchichte eines einfachſten Organismus, eines Moneres (**Protomyxa aurantiaca**). Vergl. S. 165 und S. 379. Das Titelbild iſt eine verkleinerte Copie der Abbildungen, welche ich in meiner „Monographie der Moneren" (Biologiſche Studien, I. Heft, 1870; Taf. I) von der Entwickelungsgeſchichte der **Protomyxa aurantiaca** gegeben habe. Dort findet ſich auch die ausführliche Beſchreibung dieſes merkwürdigen Moneres (S. 11—30). Ich habe dieſen einfachſten Organismus im Januar 1867 während meines Aufenthaltes auf der canariſchen Inſel Lanzarote entdeckt; und zwar fand ich ihn feſtſitzend oder umherkriechend auf den weißen Kalkſchalen eines kleinen Cephalopoden (S. 473), der **Spirula Peronii**, welche daſelbſt maſſenhaft auf der Meeresoberfläche ſchwimmen und an den Strand geworfen werden. **Protomyxa aurantiaca** zeichnet ſich vor den übrigen Moneren durch die ſchöne und lebhafte orangerothe Farbe ihres ganz einfachen Körpers aus, der lediglich aus Urſchleim oder Protoplasma beſteht. Das vollkommen entwickelte Moner iſt in Fig. 11 und 12 ſtark vergrößert dargeſtellt. Wenn daſſelbe hungert (Fig. 11), ſtrahlen von der Oberfläche des kugeligen Schleimkörperchens ringsum Maſſen von baumförmig veräſtelten beweglichen Schleimfäden (Scheinfüßchen oder Pſeudopodien) aus, welche ſich nicht netzförmig verbinden. Wenn aber das Moner frißt (Fig. 12), treten dieſe Schleimfäden vielfach mit einander in Verbindung, bilden veränderliche Netze und umſpinnen die zur Nahrung dienenden fremden Körperchen, welche ſie nachher in die Mitte des Protomyxa-Körpers hineinziehen. So wird eben in Fig. 12 (oben rechts) ein kieſelſchaliger bewimperter Geißelſchwärmer (**Peridinium**, S. 377, 383) von den ausgeſtreckten Schleimfäden gefangen und nach der Mitte des Schleimkügelchens hingezogen, in welchem bereits mehrere halbverdaute kieſelſchalige Infuſorien (Tintinnoiden) und Diatomeen (Iſthmien) liegen. Wenn nun die Protomyxa genug gefreſſen hat und gewachſen iſt, zieht ſie ihre Schleimfäden alle ein (Fig. 15) und

Linien g h, i k, l m und n o ſind die fünf großen Zeitalter der organiſchen Erdgeſchichte von einander getrennt. Das Feld g a b h umfaßt den archolithiſchen, das Feld i g h k den paläolithiſchen, das Feld l i k m den meſolithiſchen und das Feld n l m o den cenolithiſchen Zeitraum. Der kurze anthropolithiſche Zeitraum iſt durch die Linie n o angedeutet (vergl. S. 344). Die Höhe der einzelnen Felder entſpricht der relativen Länge der dadurch bezeichneten Zeiträume, wie ſie ſich ungefähr aus dem Dickenverhältniß der inzwiſchen abgelagerten neptuniſchen Schichten abſchätzen läßt (vergl. S. 352). Der archolithiſche und primordiale Zeitraum, während deſſen die laurentiſchen, cambriſchen und ſiluriſchen Schichten abgelagert wurden, war vermuthlich allein für ſich bedeutend länger, als die vier folgenden Zeiträume zuſammengenommen (vergl. S. 341, 350). Aller Wahrſcheinlichkeit nach erreichten die beiden Stämme der Würmer und Pflanzenthiere ihre Blüthezeit ſchon während der mittleren Primordialzeit (in der cambriſchen Periode?), die Sternthiere und Weichthiere vielleicht etwas ſpäter, während die Gliederthiere und Wirbelthiere bis zur Gegenwart an Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit zunehmen.

Taf. VII (zwiſchen S. 456 und 457).

Gruppe von Pflanzenthieren (Zoophyten oder Coelenteraten) im Mittelmeere. In der oberen Hälfte zeigt ſich ein Schwarm von ſchwimmenden Medusen und Ctenophoren, in der unteren Hälfte einige Büſche von Korallen und Hydroidpolypen, auf dem Boden des Meeres feſtgewachſen (vergl. das Syſtem der Pflanzenthiere, S. 452, und gegenüber den Stammbaum derſelben, S. 453). Unter den feſtſitzenden Pflanzenthieren auf dem Meeresboden tritt rechts unten ein großer Korallenſtock hervor (1), welcher der rothen Edelkoralle (Eucorallium) nahe verwandt iſt und gleich dieſer zur Gruppe der achtzähligen Rindenkorallen (Octocoralla Gorgonida) gehört; die einzelnen Individuen (oder Perſonen) des verzweigten Stockes haben die Form eines achtſtrahligen Sterns, gebildet aus acht Fangarmen, die den Mund umgeben (Octocoralla, S. 455). Unmittelbar darunter und davor ſitzt (ganz rechts unten) ein kleiner Buſch von Hydroidpolypen (2) aus der Gruppe der Glockenpolypen oder Campanularien (S. 456). Ein größerer Stock der Hydroidpolypen (3), aus der Gruppe der Röhrenpolypen oder Tubularien, erhebt ſich mit ſeinen langen dünnen Zweigen links gegenüber. An ſeiner Baſis breitet ſich ein Stock von Kieſelſchwämmen (Halichondria) aus (4), mit ſtumpfen fingerförmigen Aeſten (S. 454). Dahinter ſitzt, links unten (5), eine ſehr große Seeroſe (Actinia), eine einzelne Perſon aus der Abtheilung der ſechszähligen Korallen (Hexacoralla, S. 455). Ihr niedriger cylindriſcher Körper trägt eine Krone von ſehr zahlreichen und großen, blattförmigen Fangarmen. Unten in der Mitte des Bodens (6) ſitzt eine Seeanemone

(in der Mitte der Hand, durch die Ziffern 1—5 bezeichnet); und III. den fünf Fingern oder Vorderzehen (Digiti), von denen jede wieder aus mehreren (meist 2—3) Zehengliedern (Phalanges) besteht. Die Hand des Menschen (Fig. 1) steht ihrer ganzen Bildung nach in der Mitte zwischen derjenigen der beiden nächstverwandten großen Menschenaffen, nämlich des Gorilla (Fig. 2) und des Orang (Fig. 3). Weiter entfernt sich davon schon die Vorderpfote des Hundes (Fig. 4) und noch viel mehr die Hand oder die Brustflosse des Seehundes (Fig. 5). Noch vollständiger als bei letzterem wird die Anpassung der Hand an die Schwimm-Bewegung und ihre Umbildung zur Ruderflosse beim Delphin (Ziphius, Fig. 6). Während hier die in der Schwimmhaut ganz versteckten Finger und Mittelhandknochen kurz und stark bleiben, werden sie dagegen außerordentlich lang und dünn bei der Fledermaus (Fig. 7), wo sich die Hand zum Flügel ausbildet. Den äußersten Gegensatz dazu bildet die Hand des Maulwurfs (Fig. 8), welche sich in eine kräftige Grabschaufel umgewandelt hat, mit außerordentlich verkürzten und verdickten Fingern. Viel ähnlicher als diese letzteren Formen (Fig. 5—8) ist der menschlichen Hand die Vorderpfote des niedrigsten und unvollkommensten aller Säugethiere, des australischen Schnabelthiers (Ornithorhynchus, Fig. 9), welches in seinem ganzen Bau unter allen bekannten Säugethieren der gemeinsamen ausgestorbenen Stammform dieser Klasse am nächsten steht. Es hat sich also der Mensch in der Umbildung seiner Hand durch Anpassung weniger von dieser gemeinsamen Stammform entfernt, als die Fledermaus, der Maulwurf, der Delphin, der Seehund und viele andere Säugethiere.

Taf. V (zwischen S. 432 und 433).

Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Pflanzenreichs, darstellend die Hypothese von der gemeinsamen Abstammung aller Pflanzen, und die geschichtliche Entwickelung der Pflanzengruppen während der paläontologischen Perioden der Erdgeschichte. Durch die horizontalen Linien sind die verschiedenen (auf S. 544 angeführten) kleineren und größeren Perioden der organischen Erdgeschichte angedeutet, während deren sich die versteinerungsführenden Erdschichten ablagerten. Durch die vertikalen Linien sind die verschiedenen Hauptklassen und Klassen des Pflanzenreichs von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben ungefähr den Grad der Entwickelung an, den jede Klasse in jeder geologischen Periode vermuthlich erreicht hatte (vergl. S. 404 und 405).

Taf. VI (zwischen S. 440 und 441).

Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Thierreichs, darstellend das geschichtliche Wachsthum der sechs Thierstämme in den paläontologischen Perioden der organischen Erdgeschichte. Durch die horizontalen

Aus der Mitte ihres glockenförmigen Schirms hängt (wie der Klöppel der Glocke) ein langer Rüssel frei herab, an dessen Ende sich Magen und Mundöffnung befindet. In der Magenhöhle sitzt ein langer, zungenförmiger Knospenzapfen (der auf Tafel VII, 11, wie eine Zunge nach links aus dem Munde vorgestreckt ist). Auf dieser Zunge knospen an der geschlechtsreifen Geryonia eine Menge von kleinen Medusen hervor. Diese sind aber keine Geryonien, sondern gehören einer ganz anderen und sehr verschiedenen Medusenform an, nämlich der Gattung Cunina, aus der Familie der Aeginiden. Diese Cunina (12) ist ganz anders gebaut; sie hat einen flach halbkugeligen Schirm ohne Rüssel, ist in der Jugend achtzählig, später sechzehnzählig, hat 16 taschenförmige Geschlechtsorgane und 16 kurze, starre, steif gekrümmte Randfäden. Das Nähere über diese wunderbare Alloeogenesis ist in meinen „Beiträgen zur Naturgeschichte der Hydromedusen" (Leipzig, Engelmann, 1865) nachzusehen, deren erstes Heft eine Monographie der Rüsselquallen oder Geryoniden mit sechs Kupfertafeln enthält.

Noch interessanter und lehrreicher, als diese merkwürdigen Verhältnisse, sind die Lebenserscheinungen der Siphonophoren, deren wunderbaren Polymorphismus ich schon mehrmals erwähnt und in meinem Vortrage über „Arbeitstheilung in Natur und Menschenleben"[37] gemeinverständlich dargestellt habe (vergl. S. 241 und 456). Als ein Beispiel derselben ist auf Tafel VII die schöne Physophora (13) abgebildet. Dieser schwimmende Hydromedusenstock wird an der Oberfläche des Meeres schwebend erhalten durch eine kleine, mit Luft gefüllte Schwimmblase, welche in der Abbildung über den Wasserspiegel vorragt. Unterhalb derselben ist eine Säule von vier Paar Schwimmglocken sichtbar, welche Wasser ausstoßen und dadurch die ganze Kolonie fortbewegen. Am unteren Ende dieser Schwimmglockensäule sitzt ein kronenförmiger Kranz von gekrümmten spindelförmigen Tastpolypen, welche zugleich die Deckstücke bilden, unter deren Schutz die übrigen Individuen des Stockes (fressende, fangende und zeugende Personen) versteckt sind. Die Ontogenie der Siphonophoren (und namentlich auch dieser Physophora) habe ich zuerst 1866 auf der canarischen Insel Lanzerote beobachtet und in meiner „Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren" beschrieben und durch 14 Tafeln Abbildungen erläutert (Utrecht 1869). Sie ist reich an interessanten Thatsachen, die sich nur durch die Descendenztheorie erklären lassen.

Ebenfalls nur durch die Abstammungslehre zu verstehen ist der merkwürdige Generationswechsel der höheren Medusen, der Scheibenquallen (Discomedusae, S. 452), als deren Repräsentant oben in der Mitte der Tafel VII (etwas zurücktretend) eine Pelagia abgebildet ist (14). Aus dem Grunde des stark gewölbten glockenförmigen Schirmes, dessen Rand zierlich gezackt ist, hängen vier sehr lange und starke Arme herab. Die ungeschlechtlichen Polypen, von denen diese Scheibenquallen abstammen, sind höchst einfache Urpolypen, von dem gewöhn-

(Cereanthus), aus der Gruppe der vierzähligen Korallen (Tetracoralla). Endlich erhebt sich auf einem kleinen Hügel des Meeresbodens, rechts oberhalb der Koralle (1) ein Kelchpolyp (Lucernaria), als Repräsentant der Haftquallen (Podactinarien oder Calycozoen, S. 452). Sein becherförmiger gestielter Körper (7) trägt am Rande acht tugelige Büschel von kleinen, geknöpften Fangarmen.

Unter den schwimmenden Pflanzenthieren, welche die obere Hälfte der Tafel VII einnehmen, sind vorzüglich die Hydromedusen wegen ihres Generationswechsels bemerkenswerth (vergl. S. 185). Unmittelbar über der Lucernaria (7) schwimmt eine kleine Tiara-Qualle (Oceania), deren glockenförmiger Körper einen kuppelartigen Aufsatz von der Form einer päpstlichen Tiara trägt (8). Von der Glockenmündung hängt unten ein Kranz von sehr feinen und langen Fangfäden herab. Diese Oceanie entwickelt sich aus Röhrenpolypen, welche der links unten sitzenden Tubularia (3) gleichen. Links neben dieser letzteren schwimmt eine große, aber sehr zarte Haarqualle (Aequorea). Ihr scheibenförmiger, flach gewölbter Körper zieht sich eben zusammen und preßt Wasser aus der unten befindlichen Schirmhöhle aus (9). Die sehr zahlreichen, langen und feinen, haarähnlichen Fangfäden, welche vom Rande des Schirms herabhängen, werden durch das ausgestoßene Wasser in einen kegelförmigen Busch zusammengedrängt, der sich ungefähr in der Mitte kragenartig nach oben umbiegt und faltet. Oben in der Mitte der Schirmhöhle hängt der Magen herab, dessen Mundöffnung von vier Mundlappen umgeben ist. Diese Aequorea stammt von einem kleinen Glockenpolypen ab, welcher der Campanularia (2) gleicht. Von einem ähnlichen Glockenpolypen stammt auch die kleine, flach gewölbte Mützenqualle (Eucope) ab, welche oben in der Mitte schwimmt (10). In diesen drei Fällen (8, 9, 10), wie bei der Mehrzahl der Hydromedusen, besteht der Generationswechsel darin, daß die frei schwimmenden Medusen (8, 9, 10) durch Knospenbildung (also durch ungeschlechtliche Zeugung, S. 172), aus festsitzenden Hydroidpolypen (2, 3) entstehen. Diese letzteren aber entstehen aus den befruchteten Eiern der Medusen (also durch geschlechtliche Zeugung, S. 175). Es wechselt mithin regelmäßig die ungeschlechtliche, festsitzende Polypen-Generation (I, III, V u. s. w.) mit der geschlechtlichen, frei schwimmenden Medusen-Generation ab (II, IV, VI u. s. w.). Auch dieser Generationswechsel ist nur durch die Descendenztheorie erklärbar.

Dasselbe gilt auch von einer nahe verwandten, aber noch auffallenderen Form der Fortpflanzung, welche ich 1864 bei Nizza an den Rüsselquallen (Geryonida) entdeckt und Alloeogonie oder Alloeogenesis genannt habe. Hier stammen nämlich zwei ganz verschiedene Medusenformen von einander ab, welche auf Tafel VII in Fig. 11 und 12 abgebildet sind. Die größere und höher entwickelte Generation (11), Geryonia oder Carmarina, ist sechszählig, mit 6 blattförmigen Geschlechtsorganen und 6 langen, sehr beweglichen Randfäden versehen.

Aus der Mitte ihres glockenförmigen Schirms hängt (wie der Klöppel der Glocke) ein langer Rüſſel frei herab, an deſſen Ende ſich Magen und Mundöffnung befindet. In der Magenhöhle ſitzt ein langer, zungenförmiger Knospenzapfen (der auf Tafel VII, 11, wie eine Zunge nach links aus dem Munde vorgeſtreckt iſt). Auf dieſer Zunge knospen an der geſchlechtsreifen Geryonia eine Menge von kleinen Meduſen hervor. Dieſe ſind aber keine Geryonien, ſondern gehören einer ganz anderen und ſehr verſchiedenen Meduſenform an, nämlich der Gattung Cunina, aus der Familie der Aeginiden. Dieſe Cunina (12) iſt ganz anders gebaut; ſie hat einen flach halbkugeligen Schirm ohne Rüſſel, iſt in der Jugend achtzählig, ſpäter ſechzehnzählig, hat 16 taſchenförmige Geſchlechtsorgane und 16 kurze, ſtarre, ſteif gekrümmte Randfäden. Das Nähere über dieſe wunderbare Alloeogeneſis iſt in meinen „Beiträgen zur Naturgeſchichte der Hydromeduſen" (Leipzig, Engelmann, 1865) nachzuſehen, deren erſtes Heft eine Monographie der Rüſſelquallen oder Geryoniden mit ſechs Kupfertafeln enthält.

Noch intereſſanter und lehrreicher, als dieſe merkwürdigen Verhältniſſe, ſind die Lebenserſcheinungen der Siphonophoren, deren wunderbaren Polymorphismus ich ſchon mehrmals erwähnt und in meinem Vortrage über „Arbeitstheilung in Natur und Menſchenleben"[37]) gemeinverſtändlich dargeſtellt habe (vergl. S. 241 und 456). Als ein Beiſpiel derſelben iſt auf Tafel VII die ſchöne Physophora (13) abgebildet. Dieſer ſchwimmende Hydromeduſenſtock wird an der Oberfläche des Meeres ſchwebend erhalten durch eine kleine, mit Luft gefüllte Schwimmblaſe, welche in der Abbildung über den Waſſerſpiegel vorragt. Unterhalb derſelben iſt eine Säule von vier Paar Schwimmglocken ſichtbar, welche Waſſer ausſtoßen und dadurch die ganze Kolonie fortbewegen. Am unteren Ende dieſer Schwimmglockenſäule ſitzt ein kronenförmiger Kranz von gekrümmten ſpindelförmigen Taſtpolypen, welche zugleich die Deckſtücke bilden, unter deren Schutz die übrigen Individuen des Stockes (freſſende, fangende und zeugende Perſonen) verſteckt ſind. Die Ontogenie der Siphonophoren (und namentlich auch dieſer Physophora) habe ich zuerſt 1866 auf der canariſchen Inſel Lanzerote beobachtet und in meiner „Entwickelungsgeſchichte der Siphonophoren" beſchrieben und durch 14 Tafeln Abbildungen erläutert (Utrecht 1869). Sie iſt reich an intereſſanten Thatſachen, die ſich nur durch die Deſcendenztheorie erklären laſſen.

Ebenfalls nur durch die Abſtammungslehre zu verſtehen iſt der merkwürdige Generationswechſel der höheren Meduſen, der Scheibenquallen (Discomedusae, S. 452), als deren Repräſentant oben in der Mitte der Tafel VII (etwas zurücktretend) eine Pelagia abgebildet iſt (14). Aus dem Grunde des ſtark gewölbten glockenförmigen Schirmes, deſſen Rand zierlich gezackt iſt, hängen vier ſehr lange und ſtarke Arme herab. Die ungeſchlechtlichen Polypen, von denen dieſe Scheibenquallen abſtammen, ſind höchſt einfache Urpolypen, von dem gewöhn-

lichen Süßwaſſerpolypen (Hydra) nur wenig verſchieden. Auch den Generationswechſel dieſer Discomedusen habe ich in meinem Vortrage über Arbeitstheilung[87]) beſchrieben und durch das Beiſpiel der Aurelia erläutert.

Endlich iſt auch die letzte Klaſſe der Pflanzenthiere, die Gruppe der Kammqualleu (Ctenophora, S. 456) auf Tafel VII durch zwei Repräſentanten vertreten. Links in der Mitte, zwiſchen der Aequorea (9), der Phyſophora (13) und der Cunina (12) windet ſich ſchlangenartig ein breites, langes und dünnes Band, wie ein Gürtel (15). Das iſt der herrliche große Venusgürtel des Mittelmeeres (Cestum), der in allen Regenbogenfarben ſchillert. Der eigentliche, in der Mitte des langen Bandes gelegene Körper des Thiers iſt nur ſehr klein, und ebenſo gebaut, wie die Melonenqualle (Cydippe), welche links oben ſchwebt (16). An dieſer ſind die acht charakteriſtiſchen Wimperrippen oder Flimmerkämme der Ctenophoren ſichtbar, ſowie zwei lange Fangfäden.

Taf. VIII und IX (zwiſchen S. 482 und 483).

Entwickelungsgeſchichte der Sternthiere (Echinoderma oder Estrella). Die beiden Tafeln erläutern den Generationswechſel derſelben (S. 482) an einem Beiſpiele aus jeder der vier Klaſſen von Sternthieren. Die Seeſterne (Asterida) ſind durch Uraster (A), die Seelilien (Crinoida) durch Comatula (B), die Seeigel (Echinida) durch Echinus (C) und endlich die Seegurken (Holothuriae) durch Synapta (D) vertreten (vergl. S. 480 und 481). Die auf einander folgenden Stadien der Entwickelung ſind durch die Ziffern 1—6 bezeichnet.

Taf. VIII ſtellt die individuelle Entwickelung der erſten, ungeſchlechtlichen Generation der Sternthiere dar oder der Ammen (gewöhnlich unrichtig Larven genannt). Dieſe Ammen haben den Formwerth einer einfachen, ungegliederten Wurmperſon. Fig. 1 zeigt das Ei der vier Sternthiere, das in allen weſentlichen Beziehungen mit dem Ei des Menſchen und der anderen Thiere übereinſtimmt (vergl. S. 265, Fig. 5). Wie beim Menſchen iſt das Protoplasma der Eizelle (der Dotter) von einer dicken, ſtructurloſen Membran (Zona pellucida) umſchloſſen, und enthält einen glashellen, kugeligen Zellenkern (Nucleus), der einen Nucleolus umſchließt. Aus dem befruchteten Ei der Sternthiere (Fig. 1) entwickelt ſich zunächſt durch wiederholte Zellentheilung ein kugeliger Haufen von gleichartigen Zellen (Fig. 6, S. 266), und dieſer verwandelt ſich in eine ſehr einfache Amme, welche ungefähr die Geſtalt eines einfachen Holzpantoffels hat (Fig. A 2 — D 2). Der Rand der Pantoffelöffnung iſt von einer flimmernden Wimperſchnur umſäumt, durch deren Wimperbewegung die mikroſkopiſch kleine, durchſichtige Amme im Meere frei umherſchwimmt. Dieſe Wimperſchnur iſt in Fig. 2—4 auf Taf. VI durch den ſchmalen, abwechſelnd hell und dunkel geſtreiften Saum angedeutet. Die Amme bildet ſich nun zunächſt einen ganz einfachen Darmkanal zur Ernährung, mit Mund (o),

Magen (m) und After (a). Späterhin werden die Windungen der Wimperſchnur complicirter und es entſtehen armartige Fortſätze (Fig. A3—D3). Bei den Seeſternen (A 4) und den Seeigeln (C 4) werden dieſe armartigen, von der Wimperſchnur umſäumten Fortſätze ſpäterhin ſehr lang. Bei den Seelilien dagegen (B3) und den Seewalzen (D4) verwandelt ſich ſtatt deſſen die geſchloſſene, anfangs in ſich ſelbſt ringförmig zurücklaufende Wimperſchnur in eine Reihe von (4—5) hinter einander gelegenen, getrennten Wimpergürteln.

Im Inneren dieſer ſonderbaren Amme nun entwickelt ſich durch einen ungeſchlechtlichen Zeugungsprozeß, nämlich durch innere Knospenbildung oder Keimknospenbildung (rings um den Magen herum), die zweite Generation der Sternthiere, welche ſpäterhin geſchlechtsreif wird. Dieſe zweite Generation, welche in entwickeltem Zuſtande auf Taf. IX abgebildet iſt, entſteht urſprünglich als ein Stock (Cormus) von fünf, ſternförmig mit einem Ende verbundenen Würmern, wie am klarſten bei den Seeſternen, der älteſten und urſprünglichſten Form der Sternthiere, zu erkennen iſt. Die zweite Generation eignet ſich von der erſten, auf deren Koſten ſie wächſt, nur den Magen und einen kleinen Theil der übrigen Organe an, während Mund und After neu ſich bilden. Die Wimperſchnur und der Reſt des Ammenkörpers gehen ſpäterhin verloren. Anfänglich iſt die zweite Generation (A5—D5) kleiner, darauf nicht viel größer als die Amme, während ſie ſpäterhin durch Wachsthum mehr als hundertmal oder ſelbſt tauſendmal größer wird. Wenn man die Ontogenie der typiſchen Repräſentanten der vier Sternthier-Klaſſen mit einander vergleicht, ſo wird man leicht gewahr, daß ſich die urſprüngliche Art der Entwickelung bei den Seeſternen (A) und Seeigeln (C) am beſten durch Vererbung conſervirt hat, während ſie dagegen bei den Seelilien (B) und Seegurken (D) nach dem Geſetze der abgekürzten Vererbung (S. 190) ſtark zuſammengezogen worden iſt.

Taf. IX zeigt die entwickelten und geſchlechtsreifen Thiere der zweiten Generation von der Mundſeite, welche in natürlicher Stellung der Sternthiere (wenn ſie auf dem Meeresboden kriechen) bei den Seeſternen (A6) und Seeigeln (C6) nach unten, bei den Seelilien (B6) nach oben, und bei den Seegurken (D6) nach vorn gerichtet iſt. In der Mitte gewahrt man bei allen vier Sternthieren die ſternförmige, fünfſtrahlige Mundöffnung. Bei den Seeſternen (A6) geht von deren Ecken eine mehrfache Reihe von Saugfüßchen in der Mitte der Unterſeite jedes Armes bis zur Spitze hin. Bei den Seelilien (B6) iſt jeder Arm von der Baſis an geſpalten und gefiedert. Bei den Seeigeln (C6) ſind die fünf Reihen der Saugfüßchen durch breitere Felder von Stacheln getrennt. Bei den Seegurken endlich (D6) ſind äußerlich an dem ſcheinbar wurmähnlichen Körper bald die fünf Füßchenreihen, bald nur die den Mund umgebenden 5—15 (hier 10) gefiederten Mundarme ſichtbar.

Taf. X und XI (zwiſchen S. 486 und 487).

Entwickelungsgeſchichte der Krebsthiere (Crustacea). Die beiden Tafeln erläutern die Entwickelung der verſchiedenen Cruſtaceen aus der gemeinſamen Stammform des Nauplius. Auf Taf. XI ſind ſechs Krebsthiere aus ſechs verſchiedenen Ordnungen in vollkommen entwickeltem Zuſtande dargeſtellt, während auf Taf. X die nauplusartigen Jugendformen derſelben abgebildet ſind. Aus der weſentlichen Uebereinſtimmung dieſer letzteren läßt ſich mit voller Sicherheit auf Grund des biogenetiſchen Grundgeſetzes (S. 361) die Abſtammung aller verſchiedenen Cruſtaceen von einer einzigen gemeinſamen Stammform, einem längſt ausgeſtorbenen Nauplius behaupten, wie zuerſt Fritz Müller[19]) in ſeiner vorzüglichen Schrift „Für Darwin“ dargethan hat.

Taf. X zeigt die Nauplius-Jugendformen von der Bauchſeite, ſo daß die drei Beinpaare deutlich hervortreten, welche an dem kurzen dreigliederigen Rumpfe anſitzen. Das erſte von dieſen Beinpaaren iſt einfach und ungeſpalten, während das zweite und dritte Beinpaar gabelſpaltig ſind. Alle drei Paare ſind mit ſteifen Borſten beſetzt, welche bei der Ruderbewegung der Beine als Schwimmwerkzeuge dienen. In der Mitte des Körpers iſt der ganz einfache, gerade Darmkanal ſichtbar, welcher vorn einen Mund, hinten eine Afteröffnung beſitzt. Vorn über dem Munde ſitzt ein einfaches unpaares Auge. In allen dieſen weſentlichen Eigenſchaften der Organiſation ſtimmen die ſechs Nauplius-Formen ganz überein, während die ſechs zugehörigen ausgebildeten Krebsformen (Taf. IX) äußerſt verſchiedenartig organiſirt ſind. Die Unterſchiede der ſechs Nauplius-Formen beſchränken ſich auf ganz untergeordnete und unweſentliche Verhältniſſe in der Körpergröße und der Bildung der Hautdecke. Wenn man dieſelben in geſchlechtsreifem Zuſtande in dieſer Form im Meere antreffen würde, ſo würde jeder Zoologe ſie als ſechs verſchiedene Species eines Genus betrachten (vergl. S. 487).

Taf. XI ſtellt die ausgebildeten und geſchlechtsreifen Krebsformen, die ſich aus jenen ſechs Nauplius-Arten ontogenetiſch — und alſo auch phylogenetiſch! — entwickelt haben, von der rechten Seite geſehen dar. Fig. A c zeigt einen frei ſchwimmenden Süßwaſſerkrebs (Limnetis brachyura) aus der Ordnung der Blattfüßer (Phyllopoda) ſchwach vergrößert. Unter allen jetzt noch lebenden Cruſtaceen ſteht dieſe Ordnung, welche zur Legion der Kiemenfüßer (Branchiopoda) gehört, der urſprünglichen gemeinſamen Stammform des Nauplius am nächſten. Die Limnetis iſt in eine zweiklappige Schale (wie eine Muſchel) eingeſchloſſen. In unſerer Figur (welche nach Grube copirt iſt), ſieht man den Körper eines weiblichen Thieres in der linken Schale liegend; die rechte Schalenhälfte iſt weggenommen. Vorn hinter dem Auge ſieht man die zwei Fühlhörner (Antennen) und dahinter die zwölf blattartigen Füße der rechten Körperſeite, hinten auf dem Rücken (unter der Schale) die Eier. Vorn oben iſt das Thier mit der Schale verwachſen.

Fig. B c ſtellt einen gemeinen, frei ſchwimmenden Süßwaſſerkrebs (Cyclops quadricornis) aus der Ordnung der Ruderkrebſe (Eucopepoda) ſtark vergrößert dar. Vorn unter dem Auge ſieht man die beiden Fühlhörner der rechten Seite, von denen das vordere viel länger als das hintere iſt. Dahinter folgen die Kiefer, und dann die vier Ruderbeine der rechten Seite, welche gabelſpaltig ſind. Hinter dieſen ſind die beiden großen Eierſäcke am Grunde des Hinterleibes ſichtbar.

Fig. C c iſt ein ſchmarotzender Ruderkrebs (Lernaeocera esocina) aus der Ordnung der Fiſchläuſe (Siphonostoma). Dieſe ſonderbaren Krebſe, welche man früher für Würmer hielt, ſind durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben aus den frei ſchwimmenden Ruderkrebſen (Eucopepoda) entſtanden und gehören mit ihnen zu derſelben Legion (Copepoda, S. 488). Indem ſie ſich an den Kiemen oder der Haut von Fiſchen, oder an andern Krebſen feſtſetzten und von deren Körperſaft ernährten, büßten ſie ihre Augen, Beine und andere Organe ein, und wuchſen zu unförmlichen ungegliederten Säcken aus, in denen man bei äußerer Betrachtung kaum noch ein Thier vermuthet. Nur die letzten Ueberbleibſel der faſt ganz verloren gegangenen Beine erhalten ſich noch auf der Bauchſeite in Form von kurzen ſpitzen Borſten. Zwei von dieſen vier rudimentären Beinpaaren (das dritte und vierte) ſind in unſerer Figur (rechts) ſichtbar. Oben am Kopf ſieht man dicke, unförmliche Anhänge, von denen die unteren geſpalten ſind. In der Mitte des Körpers ſieht man den Darmkanal durchſchimmern, der von einer dunkeln Fetthülle umgeben iſt. Neben ſeinem hinteren Ende ſieht man den Eileiter und die Kittdrüſen des weiblichen Geſchlechtsapparats. Aeußerlich hängen die beiden großen Eierſäcke (wie bei Cyclops, Fig. B). Unſere Lernaeocera iſt halb vom Rücken, halb von der rechten Seite geſehen und ſchwach vergrößert.

Fig. D c zeigt eine feſtſitzende ſogenannte „Entenmuſchel" (Lepas anatifera), aus der Ordnung der Rankenkrebſe (Cirripedia). Dieſe Krebſe, über welche Darwin eine höchſt ſorgfältige Monographie geliefert hat, ſind in eine zweiklappige Kalkſchale, gleich den Muſcheln, eingeſchloſſen, und wurden daher früher allgemein (ſogar noch von Cuvier) für muſchelartige Weichthiere oder Mollusken gehalten. Erſt durch die Kenntniß ihrer Ontogenie und ihrer Nauplius-Jugendform (Dn, Taf. VIII) wurde ihre Cruſtaceen-Natur feſtgeſtellt. Unſere Figur zeigt eine „Entenmuſchel" in natürlicher Größe, von der rechten Seite. Die rechte Hälfte der zweiklappigen Schale iſt entfernt, ſo daß man den Körper in der linken Schalenhälfte liegen ſieht. Von dem rudimentären Kopfe der Lepas geht ein langer fleiſchiger Stiel aus (in unſerer Figur nach oben gekrümmt), mittelſt deſſen der Rankenkrebs an Felſen, Schiffen u. ſ. w. feſtgewachſen iſt. Auf der Bauchſeite ſitzen ſechs Fußpaare. Jeder Fuß iſt gabelig in zwei lange, mit Borſten beſetzte, gekrümmte oder aufgerollte „Ranken" geſpalten. Oberhalb des letzten Fußpaares ragt nach hinten der dünne, cylindriſche Schwanz vor.

Fig. E c stellt einen schmarotzenden Sackkrebs (Sacculina purpurea) aus der Ordnung der Wurzelkrebse (Rhizocephala) dar. Diese Parasiten haben sich durch Anpassung an das Schmarotzerleben in ähnlicher Weise aus den Rankenkrebsen (Fig. D c) entwickelt, wie die Fischläuse (C c) aus den frei schwimmenden Ruderkrebsen (B c). Jedoch ist die Verkümmerung durch die schmarotzende Lebensweise und die dadurch bedingte Rückbildung aller Organe hier noch viel weiter gegangen, als bei den meisten Fischläusen. Aus dem gegliederten, mit Beinen, Darm und Auge versehenen Krebse, der in seiner Jugend als Nauplius (En, Taf. VIII) munter umherschwamm, ist ein unförmlicher ungegliederter Sack, eine rothe Wurst geworden, welche nur noch Geschlechtsorgane (Eier und Sperma) und ein Darmrudiment enthält. Die Beine und das Auge sind völlig verloren gegangen. Am hinteren Ende ist die Geschlechtsöffnung (die Mündung der Bruthöhle). Aus dem Munde aber ist ein dichtes Büschel von zahlreichen, baumförmig verzweigten Wurzelfasern hervorgewachsen. Diese breiten sich (wie die Wurzeln einer Pflanze im Erdboden) in dem weichen Hinterleibe des Einsiedlerkrebses (Pagurus) aus, an dem der Wurzelkrebs schmarotzend festsitzt, und aus welchem er seine Nahrung saugt. Unsere Figur (Ec), eine Copie nach Fritz Müller, ist schwach vergrößert und zeigt den ganzen wurstförmigen Sackkrebs mit allen Wurzelfasern, die aus dem Leibe des Wohnthieres herausgezogen sind.

Fig. Fc ist eine Garneele (Peneus Mülleri), aus der Ordnung der Zehnfüßer (Decapoda), zu welcher auch unser Flußkrebs und sein nächster Verwandter, der Hummer, sowie die kurzschwänzigen Krabben gehören. Diese Ordnung enthält die größten und gastronomisch wichtigsten Krebse, und gehört sammt den Maulfüßern und Spaltfüßern zur Legion der stieläugigen Panzerkrebse (Podophthalma). Unsere Garneele zeigt, ebenso wie unser Flußkrebs, auf jeder Seite unterhalb des Auges vorn zwei lange Fühlhörner (das erste viel kürzer wie das zweite), dann drei Kiefer und drei Kieferfüße, dann fünf sehr lange Beine (von denen bei Peneus die drei vorderen mit Scheeren versehen und das dritte das längste ist). Endlich sitzen an den 5 ersten Gliedern des Hinterleibes noch 5 Paar Afterfüße. Auch diese Garneele, welche zu den höchst entwickelten und vollkommensten Krebsen gehört, entsteht nach Fritz Müller's wichtiger Entdeckung aus einem Nauplius (Fn, Taf. VIII), und beweist somit, daß auch die höheren Crustaceen sich aus derselben Nauplius-Form, wie die niederen entwickelt haben (vergl. S. 487).

Taf. XII und XIII (zwischen S. 510 und 511).

Die Blutsverwandtschaft der Wirbelthiere und der Wirbellosen (vergl. S. 466 und 510). Diese wird definitiv begründet durch Kowalevsky's wichtige, von Kupffer bestätigte Entdeckung, daß die Ontogenie des niedersten Wirbelthieres, des Lanzetthieres oder Amphioxus, in ihren wesentlichen Grundzügen völlig über-

einſtimmt mit derjenigen der wirbelloſen Seeſcheiden oder Ascidien, aus der Klaſſe der Manteltiere oder Tunicaten. Auf unſern beiden Tafeln iſt die Ascidie mit A, der Amphioxus mit B bezeichnet. Taf. XIII ſtellt dieſe beiden ſehr verſchiedenen Thierformen völlig entwickelt dar, und zwar von der linken Seite geſehen, das Mundende nach oben, das entgegengeſetzte Ende nach unten gerichtet. Daher iſt in beiden Figuren die Rückenſeite nach rechts, die Bauchſeite nach links gewendet. Beide Figuren ſind ſchwach vergrößert, und die innere Organiſation der Thiere iſt durch die durchſichtige Haut hindurch deutlich ſichtbar. Die erwachſene Seeſcheide (Fig. A 6) ſitzt unbeweglich auf dem Meeresboden feſtgewachſen auf, und klammert ſich an Steinen und dergl. mittelſt beſonderer Wurzeln (w) an, wie eine Pflanze. Der erwachſene Amphioxus dagégen (Fig. B 6) ſchwimmt frei umher, wie ein Fiſchchen. Die Buchſtaben bedeuten in beiden Figuren daſſelbe, und zwar: a Mundöffnung. b Leibesöffnung oder Porus abdominalis. c Rückenſtrang oder Chorda dorſalis. d Darm. e Eierſtock. f Eileiter (vereinigt mit dem Samenleiter). g Rückenmark. h Herz. i Blinddarm. k Kiemenkorb (Athemhöhle). l Leibeshöhle. m Muskeln. n Teſtikel (bei der Seeſcheide mit dem Eierſtock zu einer Zwitterdrüſe vereinigt). o After. p Geſchlechtsöffnung. q Reife entwickelte Embryen in der Leibeshöhle der Ascidie. r Floſſenſtrahlen der Rückenfloſſe von Amphioxus. s Schwanzfloſſe des Lanzetthieres. w Wurzeln der Ascidie.

Taf. XII ſtellt die Ontogeneſis oder die individuelle Entwickelung der Ascidie (A) und des Amphioxus (B) in fünf verſchiedenen Stadien dar (1—5). Fig. 1 iſt das Ei, eine einfache Zelle wie das Ei des Menſchen und aller anderen Thiere (Fig. A 1 das Ei der Seeſcheide, Fig. B 1 das Ei des Lanzetthieres). Die eigentliche Zellſubſtanz oder das Protoplasma der Eizelle (z), der ſogenannte Eidotter, iſt von einer Hülle (Zellmembran oder Dotterhaut) umgeben, und ſchließt einen kugeligen Zellkern oder Nucleus (y), dieſer wiederum ein Kernkörperchen oder Nucleolus (x) ein. Wenn ſich das Ei zu entwickeln beginnt, zerfällt die Eizelle zunächſt in zwei Zellen. Indem ſich dieſe wiederum theilen, entſtehen zunächſt vier Zellen (Fig. A 2, B 2), und aus dieſen durch wiederholte Theilung acht Zellen (Fig. A 3, B 3). Zuletzt entſteht ſo aus dem einfachen Ei ein kugeliger Haufe von Zellen (S. 170, Fig. 4 C, D). Indem ſich im Inneren deſſelben Flüſſigkeit anſammelt, entſteht eine kugelige, von einer Zellenſchicht umſchloſſene Blaſe. An einer Stelle ihrer Oberfläche ſtülpt ſich dieſe Blaſe taſchenförmig ein (Fig. A 4, B 4). Dieſe Einſtülpung iſt die Anlage des Darms, deſſen Höhle (d 1) ſich durch den proviſoriſchen Larvenmund (d 4) nach außen öffnet. Die Darmwand, welche zugleich Körperwand iſt, beſteht jetzt aus zwei Zellenſchichten („Keimblättern"). Nun wächſt die kugelige Larve („Gaſtrula", S. 443) in die Länge. Fig. A 5 zeigt die Larve der Ascidie, Fig. B 5 diejenige des Amphioxus, von der linken Seite geſehen, in etwas weiterer Entwickelung. Die Darmhöhle (d 1) hat ſich ge-

ſchloſſen. Die Rückenwand des Darms (d 2) iſt concav, die Bauchwand (d 3) convex gekrümmt. Oberhalb des Darmrohrs, auf deſſen Rückenſeite, hat ſich das Medullarrohr (g 1), die Anlage des Rückenmarks, gebildet, deſſen Hohlraum jetzt noch vorn nach außen mündet (g 2). Zwiſchen Rückenmark und Darm iſt der Rückenſtrang oder die Chorda dorſalis (c) entſtanden, die Axe des inneren Skelets. Bei der Larve der Ascidie ſetzt ſich dieſe Chorda (c) in den langen Ruderſchwanz fort, ein Larvenorgan, welches ſpäter bei der Verwandlung abgeworfen wird. Jedoch giebt es auch jetzt noch einige ſehr kleine Ascidien (Appendicularia), welche ſich nicht verwandeln und feſtſetzen, ſondern zeitlebens mittelſt ihres Ruderſchwanzes frei im Meere umherſchwimmen.

Die ontogenetiſchen Thatſachen, welche auf Taf. XII ſchematiſch dargeſtellt ſind, und welche erſt 1867 bekannt wurden, beanſpruchen die allergrößte Bedeutung und können in der That nicht hoch genug geſchätzt werden. Sie füllen die tiefe Kluft aus, welche in der Anſchauung der bisherigen Zoologie zwiſchen den Wirbelthieren und den ſogenannten „Wirbelloſen" beſtand. Dieſe Kluft wurde allgemein für ſo bedeutend und für ſo unausfüllbar gehalten, daß ſogar angeſehene und der Entwickelungstheorie nicht abgeneigte Zoologen darin eines der größten Hinderniſſe für dieſelbe erblickten. Indem nun die Ontogenie des Amphioxus und der Ascidie dieſes Hinderniß gänzlich aus dem Wege räumt, macht ſie es uns zum erſten Male möglich, den Stammbaum des Menſchen unter den Amphioxus hinab in den vielverzweigten Stamm der „wirbelloſen" Würmer zu verfolgen, aus welchem auch die übrigen höheren Thierſtämme entſprungen ſind.

Taf. XIV (zwiſchen S. 528 und 529).

Einſtämmiger oder monophyletiſcher Stammbaum des Wirbelthierſtammes, darſtellend die Hypotheſe von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere und die geſchichtliche Entwickelung ihrer verſchiedenen Klaſſen während der paläontologiſchen Perioden der Erdgeſchichte (vergl. den XX. Vortrag, S. 502). Durch die horizontalen Linien ſind die (auf S. 344 angeführten) Perioden der organiſchen Erdgeſchichte angedeutet, während deren ſich die verſteinerungsführenden Erdſchichten ablagerten. Durch die vertikalen Linien ſind die Klaſſen und Unterklaſſen der Wirbelthiere von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben durch ihre größere oder geringere Zahl und Dichtigkeit ungefähr den größeren oder geringeren Grad der Entwickelung, der Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit an, den jede Klaſſe in jeder geologiſchen Periode vermuthlich erreicht hatte. Bei denjenigen Klaſſen, welche wegen der weichen Beſchaffenheit ihres Körpers keine verſteinerten Reſte hinterlaſſen konnten (namentlich bei den Prochordaten, Acranien, Monorhinen und Dipneuſten) iſt der Lauf der Entwickelung hypothetiſch angedeutet auf Grund derjenigen Beziehungen, welche zwiſchen den drei Schö-

pfungsurkunden der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie existiren. Die wichtigsten Anhaltspunkte zur hypothetischen Ergänzung der paläontologischen Lücken liefert hier, wie überall, das biogenetische Grundgesetz, welches sich auf den innigen Causalnexus zwischen der Ontogenie und Phylogenie stützt (vergl. S. 276 und 361, sowie Taf. VIII—XIII). Ueberall müssen wir die individuelle Entwickelung als eine kurze und schnelle (durch die Gesetze der Vererbung verursachte, durch die Gesetze der Anpassung aber abgeänderte) Wiederholung der paläontologischen Stammesentwickelung betrachten. Dieser Satz ist das „Ceterum censeo" unserer Entwickelungslehre.

Die Angaben über das erste Erscheinen oder den Entstehungszeitraum der einzelnen Klassen und Unterklassen der Wirbelthiere sind auf Taf. XIV (abgesehen von den angeführten hypothetischen Ergänzungen) möglichst streng den paläontologischen Thatsachen entnommen. Jedoch ist zu bemerken, daß in Wirklichkeit die Entstehung der meisten Gruppen wahrscheinlich um eine oder einige Perioden früher fällt, als uns heute die Versteinerungen anzeigen. Ich stimme hierin mit den Ansichten Huxley's überein, habe jedoch auf Taf. V und XIV hiervon abgesehen, um mich nicht zu sehr von den paläontologischen Thatsachen zu entfernen.

Die Zahlen haben folgende Bedeutung (vergl. dazu den XX. Vortrag und S. 512, 513). 1. Thierische Moneren. 2. Thierische Amoeben. 3. Amoebengemeinden (Synamoebae). 4. Flimmerschwärmer (Planaea). 5. Urdarmthiere (Gastraea). 6. Strudelwürmer (Tubellaria). 7. Manteltbiere (Tunicata). 8. Lanzettbier (Amphioxus). 9. Inger (Myxinoida). 10. Lampreten (Petromyzontia). 11. Unbekannte Uebergangsformen von den Unpaarnasen zu den Urfischen. 12. Silurische Urfische (Onchus etc.). 13. Lebende Urfische (Haifische, Rochen, Chimären). 14. Aelteste (silurische) Schmelzfische (Pteraspis). 16. Schildkrötenfische (Pamphraeti). 16. Störfische (Sturiones). 17. Eckschuppige Schmelzfische (Rhombiferi). 18. Knochenhecht (Lepidosteus). 19. Flösselhecht (Polypterus). 20. Hohlgrätenfische (Coeloscolopes). 21. Dichtgrätenfische (Pycnoscolopes). 22. Kahlhecht (Amia). 23. Urknochenfische (Thrissopida). 24. Knochenfische mit Luftgang der Schwimmblase (Physostomi). 25. Knochenfische ohne Luftgang der Schwimmblase (Physoclisti). 26. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Lurchfischen. 27. Ceratodus. 27a. Ausgestorbener Ceratodus der Trias. 27b. Lebender australischer Ceratodus. 28. Afrikanischer Lurchfisch (Protopterus) und Amerikanischer Lurchfisch (Lepidosiren). 29. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Amphibien. 30. Schmelzköpfe (Ganocephala). 31. Wickelzähner (Labyrinthodonta). 32. Blindwühlen (Caeciliae). 33. Kiemenlurche (Sozobranchia). 34. Schwanzlurche (Sozura). 35. Froschlurche (Anura). 36. Gabelhorner oder Dichthakanthen (Proterosaurus). 37. Unbekannte Zwischenformen zwischen Amphibien und Protamnien. 38. Protamnien (gemeinsame Stammform aller Amnionthiere). 39. Stamm-

säuger (Promammalia). 40. Urschleicher (Proreptilia). 41. Fachzähner (Thecodontia). 42. Urdrachen (Simosauria). 43. Schlangendrachen (Plesiosauria). 44. Fischdrachen (Ichthyosauria). 45. Teleosaurier (Amphicoela). 46. Steneosaurier (Opisthocoela). 47. Alligatoren (Prosthocoela). 48. Fleischfressende Dinosaurier (Harpagosauria). 49. Pflanzenfressende Dinosaurier (Therosauria). 50. Moseleidechsen (Mosasauria). 51. Gemeinsame Stammform der Schlangen (Ophidia). 52. Hundszähnige Schnabeleidechsen (Cynodontia). 53. Zahnlose Schnabeleidechsen (Cryptodontia). 54. Langschwänzige Flugeidechsen (Rhamphorhynchi). 55. Kurzschwänzige Flugeidechsen (Pterodactyli). 56. Landschildkröten (Chersita). 57. Vogelschleicher (Tocornithes): Zwischenformen zwischen Reptilien und Vögeln. 58. Urgreif (Archaeopteryx). 59. Wasserschnabelthier (Ornithorhynchus). 60. Landschnabelthier (Echidna). 61. Unbekannte Zwischenformen zwischen Gabelthieren und Beutelthieren. 62. Unbekannte Zwischenformen zwischen Beutelthieren und Placentalthieren. 63. Zottenplacentner (Villiplacentalia). 64. Gürtelplacentner (Zonoplacentalia). 65. Scheibenplacentner (Discoplacentalia). 66. Der Mensch (Homo pithecogenes, von Linné irrthümlich Homo sapiens genannt).

Taf. XV (am Ende des Buches).

Hypothetische Skizze des monophyletischen Ursprungs und der Verbreitung der zwölf Menschen-Species von Lemurien aus über die Erde. Selbstverständlich beansprucht die hier graphisch skizzirte Hypothese nur einen ganz provisorischen Werth und hat lediglich den Zweck, zu zeigen, wie man sich bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zustande unserer anthropologischen Kenntnisse die Ausstrahlung der Menschenarten von einer einzigen Urheimath aus ungefähr denken kann. Als wahrscheinliche Urheimath oder „Paradies" ist hier Lemurien angenommen, ein gegenwärtig unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener tropischer Continent, dessen frühere Existenz in der Tertiärzeit durch zahlreiche Thatsachen der Thier- und Pflanzengeographie sehr wahrscheinlich gemacht wird (vergl. S. 321 und 619). Indessen ist es auch sehr möglich, daß die hypothetische „Wiege des Menschengeschlechts" weiter östlich (in Hinter- oder Vorder-Indien) oder weiter westlich (im östlichen Afrika) lag. Künftige, namentlich vergleichend-anthropologische und paläontologische Forschungen werden uns hoffentlich in den Stand setzen, die vermuthliche Lage der menschlichen Urheimath genauer zu bestimmen, als es gegenwärtig möglich ist.

Wenn man unserer monophyletischen Hypothese die polyphyletische vorzieht und annimmt, daß die verschiedenen Menschenarten aus mehreren verschiedenen anthropoiden Affenarten durch allmähliche Vervollkommnung entstanden sind, so scheint unter den vielen, hier möglichen Hypothesen am meisten Vertrauen diejenige zu verdienen, welche eine zweifache pithekoide Wurzel des Men-

ſchengeſchlechts annimmt, eine aſiatiſche und eine afrikaniſche Wurzel. Es iſt nämlich eine ſehr bemerkenswerthe Thatſache, daß die afrikaniſchen Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe) ſich durch eine entſchieden langköpfige oder dolichocephale Schädelform auszeichnen, ebenſo wie die Afrika eigenthümlichen Menſchenarten (Hottentotten, Kaffern, Neger, Nubier). Auf der anderen Seite ſtimmen die aſiatiſchen Menſchenaffen (insbeſondere der kleine und große Orang) durch ihre deutlich kurzköpfige oder brachycephale Schädelform mit den vorzugsweiſe für Aſien bezeichnenden Menſchenarten (Mongolen und Malayen) überein. Man könnte daher wohl verſucht ſein, dieſe letzteren (aſiatiſche Menſchenaffen und Urmenſchen) von einer gemeinſamen brachycephalen Affenform, die erſteren dagegen (afrikaniſche Menſchenaffen und Urmenſchen) von einer gemeinſamen dolichocephalen Affenform abzuleiten.

Auf jeden Fall bleiben das tropiſche Afrika und das ſüdliche Aſien (und zwiſchen beiden möglicherweiſe das ſie früher verbindende Lemurien?) diejenigen Theile der Erde, welche bei der Frage von der Urheimath des Menſchengeſchlechts vor allen anderen in Betracht kommen. Entſchieden ausgeſchloſſen ſind bei dieſer Frage dagegen Amerika und Auſtralien. Auch Europa (welches übrigens nur eine begünſtigte weſtliche Halbinſel von Aſien iſt) beſitzt ſchwerlich für die „Paradies-Frage“ Bedeutung.

Daß die Wanderungen der verſchiedenen Menſchenarten von ihrer Urheimath aus und ihre geographiſche Verbreitung auf unſerer Taf. XV nur ganz im Allgemeinen und in den gröbſten Zügen angedeutet werden konnten, verſteht ſich von ſelbſt. Die zahlreichen Kreuz- und Querwanderungen der vielen Zweige und Stämme, ſowie ihre oft ſehr einflußreichen Rückwanderungen mußten dabei gänzlich unberückſichtigt bleiben. Um dieſe einigermaßen klar darzuſtellen, müßten erſtens unſere Kenntniſſe viel vollſtändiger ſein und zweitens ein ganzer Atlas mit vielen verſchiedenen Migrations-Tafeln angewendet werden. Unſere Taf. XV beanſprucht weiter Nichts, als ganz im Allgemeinen die ungefähre geographiſche Verbreitung der 12 Menſchenarten ſo anzudeuten, wie ſie im fünfzehnten Jahrhundert (vor der allgemeinen Ausbreitung der indogermaniſchen Raſſe) beſtand, und wie ſie ſich ungefähr mit unſerer Deſcendenzhypotheſe in Einklang bringen läßt. Auf die geographiſchen Verbreitungsſchranken (Gebirge, Wüſten, Flüſſe, Meerengen u. ſ. w.) brauchte bei dieſer allgemeinen Migrationsſkizze im Einzelnen um ſo weniger ängſtliche Rückſicht genommen zu werden, als dieſe in früheren Perioden der Erdgeſchichte ganz andere Größen und Formen hatten. Wenn die allmähliche Umbildung von katarhinen Affen in pithekoide Menſchen während der Tertiärzeit wirklich in dem hypothetiſchen Lemurien ſtattfand, ſo müſſen auch zu jener Zeit die Grenzen und Formen der heutigen Continente und Meere ganz andere geweſen ſein. Auch der ſehr mächtige Einfluß der Eiszeit wird für die chorologiſchen Fra-

gen von der Wanderung und Verbreitung der Menschenarten große Bedeutung beanspruchen, obwohl er sich im Einzelnen noch nicht näher bestimmen läßt. Ich verwahre mich also hier, wie bei meinen anderen Entwickelungshypothesen, ausdrücklich gegen jede dogmatische Deutung; sie sind weiter nichts als erste Versuche.

Taf. XVI (zwischen S. 456 und 457).

Entwickelungsgeschichte eines Kalkschwammes (Olynthus). Vergl. S. 456. Das Ei des Olynthus (Fig. 9), welcher die gemeinsame Stammform aller Kalkschwämme darstellt, ist eine einfache Zelle (Fig. 1). Aus dieser entsteht durch wiederholte Theilung (Fig. 2) ein kugeliger, maulbeerförmiger Haufen von lauter gleichartigen Zellen (Morula, Fig. 3; S. 442). Indem sich die letzteren in äußere, helle flimmernde Zellen (Exoderm) und innere, dunkle flimmerlose Zellen (Entoderm) sondern, entsteht die Flimmerlarve oder Planula (Fig. 4). Diese wird eiförmig und im Inneren bildet sich eine Höhle (Magenhöhle oder Urdarm, Fig. 6 g), mit einer Öffnung (Mundöffnung oder Urmund, Fig. 6 o); die Wand der Magenhöhle besteht aus zwei Zellenschichten oder Keimblättern, dem äußeren flimmernden Exoderm (e) und dem inneren flimmerlosen Entoderm (i). So entsteht die äußerst wichtige Darmlarve oder Gastrula, welche bei den verschiedensten Thierstämmen als gemeinsame Jugendform wiederkehrt (Fig. 5 von außen, Fig. 6 im Längsschnitt gesehen; vergl. S. 443 und 581). Nachdem die Gastrula eine Zeitlang im Meere umher geschwommen ist, setzt sie sich auf dem Meeresboden fest, verliert die äußeren Flimmerhaare und verwandelt sich in die Ascula (Fig. 7 von außen, Fig. 8 im Längsschnitt gesehen; Buchstaben wie in Fig. 6). Diese Ascula wiederholt nach dem biogenetischen Grundgesetze die gemeinsame Stammform aller Pflanzenthiere, den Protascus (S. 446, 449). Indem in ihrer Magenwand Hauptporen (p) und dreistrahlige Kalknadeln entstehen, verwandelt sie sich in den Olynthus (Fig. 9). Aus der vorderen Magenwand des Olynthus ist in Fig. 9 ein Stück herausgeschnitten, um die innere Magenhöhle und die in der Magenfläche sich bildenden Eier (g) zu zeigen. Aus dem Olynthus können sich die verschiedensten Formen von Kalkschwämmen entwickeln. Eine der merkwürdigsten ist die Ascometra (Fig. 10), ein Stock, aus welchem verschiedene Species und sogar verschiedene Gattungsformen hervorwachsen (links Olynthus, in der Mitte Nardorus, rechts Soleniscus u. s. w.). Das Nähere über diese höchst interessanten Formen und ihre hohe Bedeutung für die Descendenz-Theorie vergl. in meiner Monographie der Kalkschwämme (1872), besonders im ersten Bande, S. 474, 481.

Register.

Abänderung 197.
Abeſſinier 617, 624.
Acoelomen 463, 465.
Acranien 506, 512, 584.
Acyttarien 377, 387.
Adaptation 197.
Aethiopier 617, 624.
Affen 545, 570.
Affenmenſchen 590, 597.
Agaſſiz (Louis) 56, 62, 64.
Ahnenreihe des Menſchen 578, 592.
Akalephen 457, 460.
Algen 404, 406.
Alluvial-Syſtem 345.
Altajer 605, 612.
Amerikaner 604, 613.
Amnionloſe 512, 517.
Amnionthiere 512, 526.
Amnioten 512, 526.
Amoeben 379, 579.
Amoeboiden 379.
Amphibien 517, 523.
Amphioxus 508, 584.
Amphirhinen 511, 513.
Anamnien 512, 517.
Angioſpermen 404, 430.
Anneliden 465, 466.
Anorgane 5, 291.
Anorganologie 5.
Anpaſſung 81, 139, 197.
— abweichende 221.
— actuelle 202, 207.
— allgemeine 207.
Anpaſſung, correlative 216.
— cumulative 209.
— directe 202, 207.
— divergente 221.
— gehäufte 209.
— geſchlechtliche 205.
— indirecte 201, 204.
— individuelle 204.
— mittelbare 201, 204.
— monſtröſe 205.
— potentielle 201, 204.
— ſexuelle 205.
— ſprungweiſe 205.
— unbeſchränkte 223.
— unendliche 223.
— univerſelle 207.
— unmittelbare 202, 207.
— wechſelbezügliche 216.
Anpaſſungsgeſetze 203.
Anthozoen 458.
Anthropocentriſche Weltanſchauung 35.
Anthropoiden 571, 575, 590.
Anthropolithiſches Zeitalter 344, 347.
Anthropologie 7.
Anthropomorphismus 17, 60.
Araber 617, 624.
Arachniden 492, 494.
Arbeitstheilung 241, 251, 456.
Archezoen 448, 450.
Archigonie 164, 301.
Archolithiſches Zeitalter 340, 344.
Arier 617, 625.
Ariſtoteles 50, 69.

Art 37, 244, 601.
Arthropoden 448, 484.
Articulaten 437.
Ascidien 466, 510.
Asconen 457.
Asteriden 478, 480.
Atavismus 186.
Australier 604, 609.
Autogenie 302.

Bär (Carl Ernst) 96.
Bär's Abstammungslehre 97.
— Entwickelungsgeschichte 262.
— Thiertypen 48, 436.
Basken 616.
Bastarde 130, 180, 245.
Bastardzeugung 41, 189, 245.
Bathybius 165, 306, 379.
Berber 617, 624.
Beutelherzen 509.
Beutelthiere 540, 543, 588.
Beutler 540.
Bevölkerungszahlen 626.
Bildnerinnen 308.
Bildungstriebe 80, 226, 300.
Biogenetisches Grundgesetz 276, 361.
Biologie 5.
Blumenlose 402, 404.
Blumenpflanzen 404, 427.
Blumenthiere 458.
Brachiopoden 471.
Bruno (Giordano) 21, 64.
Brustlose 538, 540.
Bryozoen 464, 466.
Buch (Leopold) 95.
Büchner (Louis) 98.
Büschelhaarige Menschen 603, 626.

Calcispongien 456, 460.
Cambrisches System 340, 345.
Carbonisches System 342, 345.
Carus (Victor) 97.
Causale Weltanschauung 16, 67.
Chamisso (Adalbert) 185.
Chinesen 605, 611.
Chorologie 312.
Cenolithisches Zeitalter 344, 346.
Cephalopoden 473, 474.
Cochliden 473, 474.
Coelenteraten 452, 460.
Coelomaten 463, 465.
Coniferen 404, 429.
Cormophyten 403.
Correlation der Theile 196.
Crinoiden 480, 483.
Crustaceen 486, 488.
Ctenophoren 452, 456.
Cuvier (George) 46.
Cuvier's Kataklysmentheorie 53.
— Paläontologie 49.
— Revolutionslehre 53.
— Schöpfungsgeschichte 54.
— Speciesbegriff 46.
— Streit mit Geoffroy 78.
— Thiersystem 48.
— Thiertypen 48, 436.
Cycadeen 404, 429.
Cyclostomen 511, 512.
Cytoden 308.

Darwin (Charles) 117.
Darwinismus 133.
Darwin's Korallentheorie 118.
— Leben 117.
— Reise 117.
— Selectionstheorie 133.
— Taubenstudium 125.
— Züchtungslehre 133.
Darwin (Erasmus) 105.
Deciduathiere 544, 557.
Decidualose 544, 550.
Deckfamige 404, 430.
Deduction 77, 647.
Demokritus 21.
Denken 654.
Devonisches System 342, 345.
Diatomeen 377, 385.
Dicke der Erdrinde 349.
Dicotylen 404, 431.
Differenzirung 241, 253.
Diluvial-System 345.
Dipneusten 512, 520.
Divergenz 241.
Drachen 32.

Dravida 604, 614.
Dualistische Weltanschauung 19, 67.
Dysteleologie 14, 644.

Echiniden 480, 484.
Echinodermen 476, 480.
Egypter 617, 624.
Ei des Menschen 170, 265, 579.
Eidechsen 530.
Eier 170, 178.
Eifurchung (Eitheilung) 170, 266, 580.
Einheit der Natur 20, 301.
Einheitliche Abstammungshypothese 371.
Einkeimblättrige 404, 431.
Eiszeit 324, 348.
Eithiere 448, 450.
Eiweiskörper 294.
Elephant 559.
Empirie 71, 640.
Endursache 20, 31.
Eocen-System 345, 346.
Erbadel 161.
Erblichkeit 158.
Erbsünde 161.
Erbweisheit 161.
Erkenntnisse aposteriori 29, 636.
— apriori 29, 636.
Erklärung der Erscheinungen 28.
Ernährung 199.
Eskrellen 476.

Fadenpflanzen 404, 414.
Farne 420, 464.
Filicinen 404, 421.
Finnen 605, 612.
Fische 515, 516.
Flagellaten 377, 382.
Flechten 404, 416.
Flederthiere 544, 563.
Flimmerkugeln 383.
Flimmerschwärmer 442, 444.
Flugeidechsen 530, 581.
Fortpflanzung 164.
— amphigone 175.
— geschlechtliche 175.
— jungfräuliche 177.
— monogone 164.
Fortpflanzung, sexuelle 175.
— ungeschlechtliche 164.
Fortschritt 247, 252.
Freke 106.
Fulater 604, 615.

Gasträa 444, 445.
Gasträaden 452, 581.
Gastrula 443, 444.
Gattung 37.
Gegenbaur 278, 491, 503.
Gehirnentwickelung 270.
Geist 20, 650.
Geistige Entwickelung 635, 650.
Geißelschwärmer 377, 382.
Gemmation 172.
Generationswechsel 187, 482.
Genus 37.
Geocentrische Weltanschauung 35.
Geoffroy S. Hilaire 77, 103.
Germanen 617, 625.
Geschlechtstrennung 176.
Gestaltungskräfte 80, 300.
Gibbon 570, 576.
Glauben 8, 628.
Gliederthiere 448, 484.
Gliedfüßer 485.
Goethe (Wolfgang) 78.
Goethe's Abstammungslehre 82.
— Bildungstriebe 82, 226.
— Biologie 80.
— Entwickelungslehre 82.
— Gottesidee 64.
— Materialismus 20, 651.
— Metamorphose 81.
— Naturanschauung 20.
— Naturforschung 73.
— Naturphilosophie 73.
— Pflanzenmetamorphose 74.
— Specifikationstrieb 81.
— Wirbeltheorie 75.
— Zwischenkiefersund 76.
Gonochorismus 176.
Gonochoristen 176.
Gorilla 570, 575.
Gottesvorstellung 64.
Grant 106.

Gregarinen 448, 451.
Griechen 617, 625.
Gymnospermen 404, 428.

Halbaffen 544, 558, 589.
Halisaurier 512, 521.
Hasenkaninchen 131, 245.
Hausthiere 122.
Heliozoen 389.
Herbert 105.
Heredität 158.
Hermaphroditismus 176.
Hermaphroditen 176.
Herschel's Kosmogenie 285.
Himategen 583, 592.
Hirnblasen des Menschen 271.
Holothurien 480, 484.
Hooker 106.
Hottentotten 607, 626.
Hüllcytoden 308.
Hüllzellen 308.
Hufthiere 552, 554.
Huxley 106, 130, 568.
Hybridismus 189, 245.
Hydromedusen 458, 460.

Japanesen 605, 612.
Individuelle Entwickelung 261.
Indochinesen 605, 612.
Indogermanen 617, 625.
Induction 77, 647.
Infusionsthiere 448, 451.
Infusorien 448, 451.
Inophyten 404, 414.
Insekten 494, 496.
Insektenfresser 545, 561.
Instinkt 635.
Iraner 617, 624.
Juden 617, 624.
Jura-System 343, 345.

Kaffern 607, 626.
Kalkschwämme 456, 460.
Kammerwesen 387.
Kammquallen 459, 460.
Kampf um's Dasein 143, 225.
Kant (Immanuel) 89.
Kant's Abstammungslehre 93.
— Erdbildungstheorie 92.
— Entwickelungstheorie 285.
— Kritik der Urtheilskraft 91.
— Mechanismus 84, 91.
— Naturphilosophie 90.
Katallakten 377, 384.
Katarhinen 570, 573.
Kaukasier 615, 616.
Keimknospenbildung 173.
Keimzellenbildung 174.
Kiemenbogen des Menschen 274.
Kiemenkerse 486, 488.
Kieselzellen 377, 385.
Klima-Wechsel 323.
Kloakenthiere 539, 543.
Knochenfische 516, 519.
Knospenbildung 172.
Kohlenstoff 293, 299.
Kohlenstofftheorie 298.
Koreo-Japaner 605, 612.
Kosmogenie 285.
Kosmologische Gastheorie 287.
Kopernikus 35.
Korallen 458, 460.
Kracken 473, 474.
Krebse 486, 488.
Kreide-System 343, 345.
Krocodile 530.
Krustenthiere 486, 488.
Kryptogamen 402, 404.
Kulturpflanzen 122.

Labyrinthläufer 377, 384.
Labyrinthuleen 377, 384.
Lamarck (Jean) 98.
Lamarck's Abstammungslehre 100.
— Anthropologie 102, 565.
— Naturphilosophie 99.
Lamarckismus 134.
Lamellibranchien 472, 474.
Lanzetthiere 508, 512.
Laplace's Kosmogenie 285.
Laurentisches System 340, 345.
Lebenskraft 20, 297.
Lemurien 321, 619.
Leonardo da Vinci 51.

Leptocardier 506, 512.
Leuconen 457.
Linné (Carl) 36.
Linné's Artenbenennung 37.
— Pflanzenklassen 401.
— Schöpfungsgeschichte 40.
— Speciesbegriff 37.
— System 36.
— Thierklassen 436.
Lockenhaarige Menschen 606, 626.
Lurche 512, 523.
Lurchfische 512, 520.
Lyell (Charles) 112.
Lyell's Schöpfungsgeschichte 114.

Magyaren 605, 612.
Malayen 604, 610.
Malthus' Bevölkerungstheorie 143.
Mammalien 536, 545.
Manteltiere 466, 510.
Marsupialien 540, 543, 588.
Materialismus 32.
Materie 20, 651.
Mechanische Ursachen 31, 67.
Mechanische Weltanschauung 16, 67.
Mechanismus 34, 91.
Medusen 458, 460.
Menschenaffen 571, 575.
Menschenarten 593, 604.
Menschenrassen 593, 601, 604.
Menschenseele 651.
Menschenspecies 593, 604.
Mesolithisches Zeitalter 344, 350.
Metagenesis 185.
Metamorphismus der Erdschichten 354.
Metamorphose 81.
Migrationsgesetz 331.
Migrationstheorie 326.
Miocen-System 345, 346.
Mittelländer 604, 615.
Mollusken 469, 474.
Moneren 165, 305, 378, 578.
Monerula 441, 444.
Mongolen 604, 611.
Monismus 32.
Monistische Weltanschauung 19, 67.
Monocotylen 404, 431.
Monoglottonen 621, 626.
Monogonie 164.
Monophyleten 371, 599.
Monophyletische Descendenzhypothese 371.
Monorhinen 511, 512.
Monosporogomie 174.
Monotremen 539, 543.
Morphologie 20.
Morula 442, 444.
Mose 404, 419.
Mose's Schöpfungsgeschichte 34.
Mosthiere 464, 466.
Muscheln 472, 474.
Müller (Fritz) 45, 66, 486.
Müller (Johannes) 278, 511.
Muscinen 404, 419.
Myriapoden 493, 494.
Myxomyceten 377, 385.

Nacktsamige 404, 428.
Nadelhölzer 404, 429.
Nagethiere 545, 559.
Naturphilosophie 70.
Neger 608, 626.
Nematelminthen 464, 466.
Nesselthiere 457, 460.
Newton 23, 94.
Nichtzwitter 176.
Nubier 604, 614.

Oecologie 645.
Oken (Lorenz) 86.
Oken's Entwickelungsgeschichte 262.
— Infusorientheorie 87.
— Naturphilosophie 86.
— Urschleimtheorie 86.
Olynthus 456.
Ontogenesis 261.
Ontogenie 9, 361.
Orang 571, 576.
Organe 5.
Organismen 5, 291.
Ovularien 448, 450.

Paarnasen 511, 513.
Paläolithisches Zeitalter 342, 344.
Paläontologie 49.

Paliſſy 52.
Palmfarne 404, 429.
Pander (Chriſtian) 262.
Papua 606, 626.
Paradies 619.
Parallelismus der Entwickelung 279.
Parthenogeneſis 177.
Permiſches Syſtem 342, 345.
Petrefacten 50.
Pflanzenthiere 460.
Phanerogamen 404, 427.
Philoſophie 71, 640.
Phylogenie 10, 361.
Phylogeneſis 261.
Phylum 370.
Phyſiologie 20.
Pilze 404, 415.
Pithekoidentheorie 646.
Placentalien 544, 548.
Placentalthiere 544, 548.
Placentner 544, 548.
Planäa 442, 444.
Planäaden 452, 580.
Planula 443, 452, 580.
Plasma 166, 294.
Plasmogonie 302.
Plaſtiden 308.
Plaſtidentheorie 294, 309.
Plattnaſige Affen 570, 573.
Plattwürmer 463, 464.
Platyelminthen 463, 464.
Platyrhinen 570, 573.
Pleiſtocen-Syſtem 345, 346.
Pliocen-Syſtem 345, 346.
Polarmenſchen 604, 612.
Polyglottonen 620, 626.
Polypenquallen 458, 460.
Polyſporogonie 173.
Polyphyleten 371, 599.
Polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe 372.
Polypen 459.
Polyneſier 604, 610.
Poriferen 454, 460.
Primärzeit 342, 344.
Primordialzeit 340, 344.
Prochordaten 578.
Promammalien 543, 588.
Protamnien 587, 592.
Protamoeben 378.
Prothallophyten 403, 417.
Prothallospflanzen 403, 417.
Protiſten 375.
Protophyten 404, 407.
Protoplasma 166, 294.
Protoplaſten 377, 379.
Protozoen 438, 448, 450.

Radiaten 437, 438.
Radiolarien 296, 329, 389.
Räderthiere 464, 466.
Raſſen 247.
Raubthiere 544, 561.
Recent-Syſtem 345.
Reptilien 529, 531.
Rhizopoden 377, 385.
Ringelwürmer 464, 466.
Rohrherzen 506, 512.
Romanen 617, 625.
Rotatorien 464, 466.
Rudimentäre Augen 13, 255.
— Beine 13.
— Flügel 256.
— Griffel 14.
— Lungen 257.
— Milchdrüſen 258.
— Muskeln 12.
— Nickhaut 12.
— Organe 11, 255.
— Schwänze 258.
— Staubfäden 14.
— Zähne 11.
Rückſchlag 186, 441, 579.
Rundmäuler 511, 512.
Rundwürmer 464, 466.

Sackwürmer 583, 592.
Säugethiere 536, 545.
Saurier 529.
Schaaffhauſen 98.
Schädelloſe 506, 512, 584.
Schädelthiere 507, 512.
Scheinhufthiere 544, 559.
Schildkröten 530.
Schimpanſe 570, 575.

Schirmquallen 458, 460.
Schlangen 530.
Schleicher 529, 531.
Schleicher (Auguſt) 96, 598.
Schleiden (J. M.) 97.
Schleimpilze 377, 385.
Schlichthaarige Menſchen 605, 609.
Schmalnaſige Affen 570, 573.
Schmelzfiſche 516, 518.
Schnabelreptilien 531, 532.
Schnabelthiere 538, 543.
Schnecken 473, 474.
Schöpfer 58, 64.
Schöpfung 7.
Schöpfungsmittelpunkt 313.
Schwämme 454, 460.
Schwanz des Menſchen 258, 274.
Scoleciden 582, 592.
Secundärzeit 344, 350.
Seebrachen 512, 521.
Seeigel 480, 494.
Seele 64, 635, 652.
Seelilien 480, 483.
Seeſterne 478, 480.
Seewalzen 480, 484.
Selbſttheilung 171.
Semiten 617, 624.
Sexualcharaktere 188, 237.
Siluriſches Syſtem 340, 345.
Slaven 617, 625.
Sonnenweſen 389.
Species 37, 244, 601.
Specifiſche Entwickelung 277.
Spencer (Herbert) 106, 657.
Sperma 176.
Spielarten 247.
Spirobranchien 471, 474.
Spinnen 492, 494.
Spongien 454, 460.
Sporenbildung 174.
Sporogonie 174.
Stamm 370.
Stammbaum der
— Affen 571.
— Amphibien 517.
— Anamnien 517.
— Araber 624.
Stammbaum der
— Arachniden 495.
— Arier 625.
— Arthropoden 489, 495.
— Coelenteraten 461.
— Cruſtaceen 489.
— Echinodermen 481.
— Egypter 624.
— Fiſche 517.
— Germanen 625.
— Gliederthiere 489, 495.
— Gräcoromanen 625.
— Hamiten 624.
— Hufthiere 555.
— Indogermanen 625.
— Inſekten 495.
— Juden 624.
— Katarhinen 571.
— Krebſe 489.
— Mammalien 545.
— Menſchenarten 605, 626.
— Menſchengeſchlechts 571, 578.
— Menſchenraſſen 605.
— Mollusken 475.
— Organismus 398, 399.
— Pflanzen 405.
— Pflanzenthiere 461.
— Platyrhinen 571.
— Säugethiere 545.
— Semiten 624.
— Slaven 625.
— Spinnen 495.
— Sternthiere 481.
— Thiere 449.
— Tracheaten 495.
— Ungulaten 555.
— Vertebraten 513.
— Weichthiere 475.
— Wirbelthiere 513.
— Würmer 465.
— Zoophyten 461.
Stammſäuger 538, 543.
Steinkohlen-Syſtem 342, 345.
Sternthiere 476, 480.
Sternwürmer 464, 466.
Stockpflanzen 403.
Straffhaarige Menſchen 606, 626.

Strahlthiere 437, 438.
Strahlweſen 389.
Strudelwürmer 463, 581.
Syconen 457.
Synamoeben 442, 579.
System der
— Affen 570.
— Arachniden 494.
— Arthropoden 488, 494.
— Beutelthiere 543.
— Coelenteraten 460.
— Cruſtaceen 448.
— Didelphien 543.
— Echinodermen 480.
— Erdſchichten 345.
— Fiſche 516.
— Formationen 345.
— Geſchichtsperioden 344.
— Gliederthiere 488, 494.
— Hufthiere 554.
— Inſekten 494, 501.
— Katarhinen 570.
— Krebſe 488.
— Mammalien 543, 544.
— Marſupialien 543.
— Menſchenarten 604.
— Menſchenraſſen 604.
— Menſchenvorfahren 592.
— Monodelphien 544.
— Mollusken 474.
— Pflanzen 404.
— Pflanzenthiere 460.
— Placentalthiere 544.
— Placentner 544.
— Platyrhinen 570.
— Protiſten 377.
— Reptilien 531.
— Säugethiere 543, 544.
— Schleicher 531.
— Spinnen 494.
— Sternthiere 480.
— Thiere 448.
— Tracheaten 494.
— Ungulaten 554.
— Vertebraten 512.
— Weichthiere 474.
— Wirbelthiere 512.
System der
— Würmer 464.
— Zeiträume 344.
— Zoophyten 460.
Syſtematiſche Entwickelung 277.

Taſcheln 471, 474.
Tange, 404, 406.
Tataren 605, 612.
Tauſendfüßer 493, 494.
Teleologie 89, 259.
Teleologiſche Weltanſchauung 19, 67.
Tertiärzeit 344, 346.
Thallophyten 403, 404.
Thallospflanzen 403, 404.
Thierſeele 635, 652.
Tokogonie 164.
Tracheaten 490, 494.
Transmutationstheorie 4.
Treviranus 83.
Trias-Syſtem 343, 345.
Turbellarien 463, 581.
Türken 605, 612.
Tunicaten 466. 510.

Uebergangsformen 631.
Umbildungslehre 4.
Unger (Franz) 97.
Ungulaten 552, 554.
Unpaarnaſen 511, 512, 584.
Unzweckmäßigkeit der Natur 18.
Unzweckmäßigkeitslehre 14, 644.
Uralier 605, 612.
Uramnioten 587, 592.
Urcytoden 308.
Urfiſche 515, 585.
Urgeſchichte des Menſchen 595.
Urmenſchen 620.
Urpflanzen 404, 407.
Urſprung der Sprache 598, 620.
Urtange 404, 407.
Urthiere 438, 448, 450.
Urweſen 375.
Urzellen 308.
Urzeugung 301, 369.

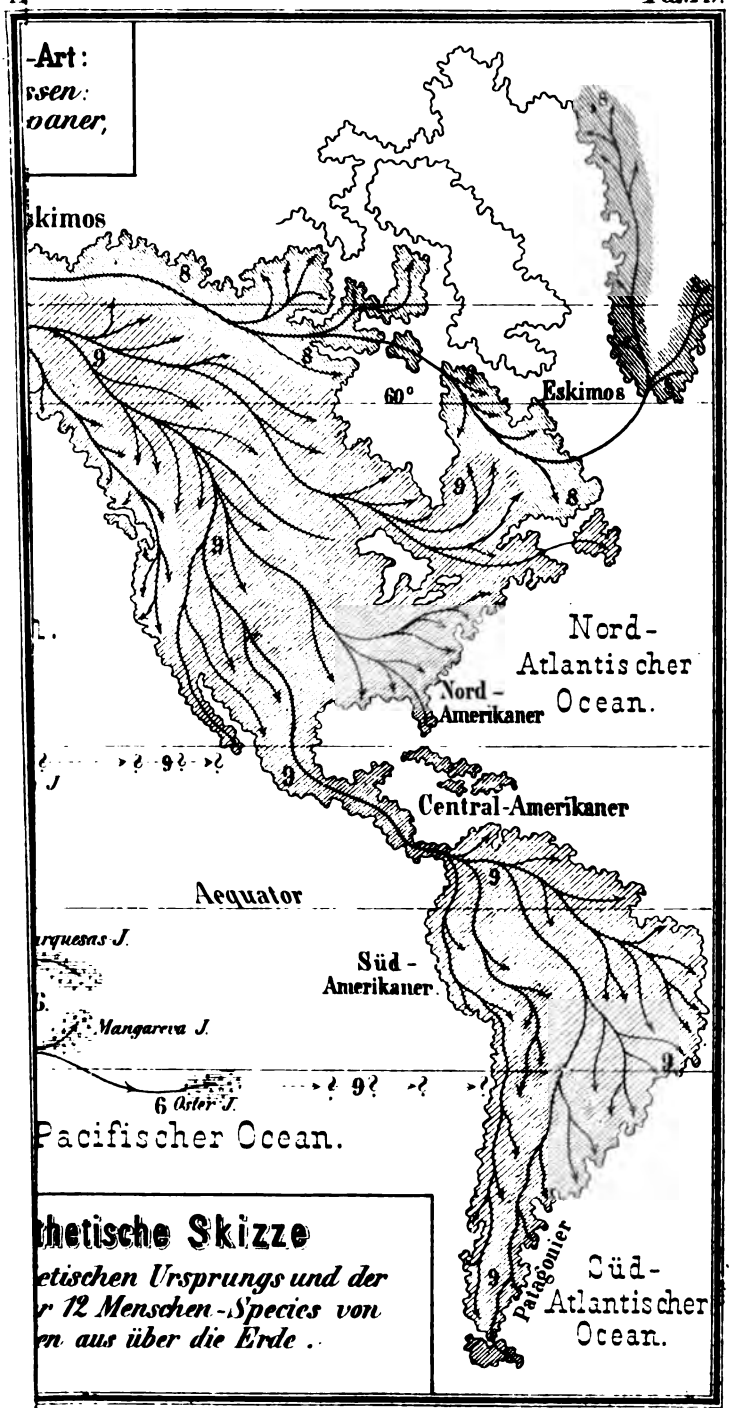
Variabilität 197.

Variation 197.
Varietäten 247.
Veränderlichkeit 197.
Vererbung 157, 182.
— abgekürzte 190.
— amphigone 188.
— angepaßte 191.
— befeſtigte 194.
— beiderſeitige 18.
— conſervative 183.
— conſtituirte 194.
— continuirliche 184.
— erhaltende 183.
— erworbene 191.
— fortſchreitende 191.
— gemiſchte 188.
— geſchlechtliche 187.
— gleichörtliche 195.
— gleichzeitliche 194.
— homochrone 194.
— homotope 195.
— latente 184.
— progreſſive 191.
— ſexuelle 187.
— unterbrochene 184.
— ununterbrochene 184.
— vereinfachte 190.
Vererbungsgeſetze 182.
Vermenſchlichung 17, 60.
Verſteinerungen 50.
Vertebraten 505, 512.
Vervollkommnung 247, 253.
Vielheitliche Abſtammungshypotheſe 372.
Vitaliſtiſche Weltanſchauung 16, 67.
Vließhaarige Menſchen 603, 626.
Vögel 512, 532.
Vorfahren des Menſchen 578, 592.

Wagner (Moritz) 328.
Wagner (Andreas) 123.
Wallace (Alfred) 121.
Wallace's Chorologie 321, 332.
Wallace's Selectionstheorie 121.
Walthiere 544, 596.
Wanderungen der Menſchenarten 618.
Wanderungen der Organismen 314.
Wechſelbeziehung der Theile 216, 220.
Weichthiere 469, 474.
Weichwürmer 582, 592.
Weil's Selectionstheorie 134.
Willensfreiheit 100, 212, 654.
Wimperinfuſorien 451.
Wirbelloſe 436, 505.
Wirbelthiere 500, 512.
Wiſſen 8, 628.
Wolff's Entwickelungstheorie 262.
Wollhaarige Menſchen 603, 605.
Wunder 20.
Wurzelfüßer 377, 385.
Würmer 462, 464.

Zahl der Bevölkerung 626.
Zahnarme 544, 557.
Zellen 168.
Zellenbildung 307.
Zellenkern 168.
Zellentheilung 169.
Zellentheorie 307.
Zellhaut 168.
Zellſtoff 168.
Zeugung 164, 301.
Zoophyten 452, 460.
Züchtung, äſthetiſche 240.
— geſchlechtliche 236.
— gleichfarbige 235.
— künſtliche 136, 152, 227.
— mediciniſche 155.
— militäriſche 153.
— muſikaliſche 238.
— natürliche 151, 225.
— pſychiſche 240.
— ſexuelle 236.
— ſpartaniſche 152.
Zweckmäßigkeit der Natur 17.
Zweckthätige Urſachen 31, 67.
Zweikeimblättrige 404, 431.
Zwitter 176.
Zwitterbildung 176.

Druck von Fr. Frommann in Jena.



thetische Skizze

etischen Ursprungs und der
r 12 Menschen-Species von
rn aus über die Erde.